







# বেতার তথ্য

প্রথম খণ্ড

(চতুর্থ সংস্করণ)



মূল্য—৮ টাকা

অমলা চাঁদ শাস্ত্রী



প্রকাশক—শ্রীকপটাদ শীল  
শীল রেডিও এণ্ড ইলেকট্রিক্যাল এম্পোরিয়াম  
১৪ নং হুর্গা পিথুরী লেন, কলিকাতা-১২

প্রকাশিত	—আগষ্ট	১৯৫২
পরিবর্দ্ধিত সংস্করণ	—ফেব্রুয়ারী	১৯৫৪
তৃতীয় সংস্করণ	—এপ্রিল	১৯৫৬
চতুর্থ সংস্করণ	—আগষ্ট	১৯৫৮

মুদ্রাকর—শ্রীসতীশ চন্দ্র চন্দ  
নিউ গোল্ডেন আর্ট প্রেস (প্রাইভেট) লিঃ  
১৪ নং হুর্গা পিথুরী লেন,  
কলিকাতা-১২

## প্রথম সংস্করণের ভূমিকা

আধুনিক বিজ্ঞানে পাশ্চাত্য দেশ সমূহ বিস্ময়কর উন্নতি করেছে--আর সে সব দেশে নিত্যই নূতন নূতন জ্ঞান বিজ্ঞানের মূল্যবান তথ্য আবিষ্কৃত হচ্ছে। ওদেশের অধিবাসীদের মস্ত হুবিধা এই যে, তারা তাদের মাতৃ ভাষাতেই বিজ্ঞানের নানা দ্রুত বিষয় পড়তে ও শিখতে পারেন। সাধারণ স্তরের কারিগরী বৃত্তিযুক্ত লোকও দেশীয় ভাষার মাধ্যমে তার জ্ঞানব্যবস্থার বিষয়গুলি ভালো করে শিখতে সক্ষম হন, আর ব্যবহারিক বিজ্ঞাকে উন্নততর ও দৃঢ়তর ভিত্তিতে দাঁড় করাতে পারেন।

বর্তমান ভারতে বিজ্ঞানের নানা গবেষণা চলছে, আর বিজ্ঞানের বিচিত্র বিষয় শেখবার জন্তও লোকের আগ্রহ বেড়েছে। তাছাড়া এই বিজ্ঞানের প্রয়োগের আধিক্য জীবিকার নূতন নূতন রাস্তাও খুলে দিচ্ছে। রেডিও শিল্পের ব্যাপক প্রসার আজ দেশের সর্বত্রই দেখতে পাই। অথচ বাংলা ভাষায় এবিষয়ে পূর্ণাঙ্গ এবং বিস্তৃত তথ্য সম্বলিত কোন বই নেই। যা হ'একখানা রয়েছে তাতে বিজ্ঞানের সংক্ষিপ্ত আলোচনাই শুধু আছে; বিস্তৃতভাবে তথ্যের আলোচনা, প্রয়োগ কৌশল এবং কারিগরী সৌকর্য্যের সাহায্যকারী ভালো বই নেই। আমার এই গ্রন্থে রেডিও বিজ্ঞানের ছাত্রগণ উপকৃত হবেন, সৌখিন রেডিও-বিদগণ প্রয়োজনীয় জ্ঞান এতে পাবেন এবং মিস্ত্রি বা কারিগরগণও তাদের নিজস্ব লব্ধ বিজ্ঞাকে অধিকতর উন্নতির দিকে নিয়ে যেতে পারবেন বলেই আমার বিশ্বাস।

পাশ্চাত্য দেশে হাতে কলমে যারা কাজ করেন তাদের দ্বারাই কত যে বৈজ্ঞানিক আবিষ্কার সাধিত হয়েছে তার ইয়ত্তা নেই। আমাদের দেশের কারিগরগণও এইরূপ অবদানে রেডিও শিল্প ও বিজ্ঞানকে সমৃদ্ধতর করতে পারেন। তবে তার জন্ত চাই জ্ঞানের দৃঢ়তর ভিত্তি।

( ঘ )

রেডিও বিজ্ঞানের ছাত্র, সৌধীন রেডিও-বিজ্ঞানী এবং রেডিও কারিগরদের বিশেষ সুবিধার জগুই আমি সহজ বাংলা ভাষায় প্রাথমিক তথ্য সম্বলিত এই পুস্তকটি রচনা করেছি। বৈজ্ঞানিক তথ্য ও হাতের কাজের কয়েকটি খুঁটিনাটি নির্দেশ এতে দেওয়া আছে। রেডিও বিজ্ঞানের দিকে যারা আকৃষ্ট এবং জীবিকা বা বৃত্তি হিসাবে যারা একে নেবেন, তাঁরা এর ভিতর বহুতর মূল্যবান তথ্য পাবেন বলেই আমার বিশ্বাস।

এই গ্রন্থে রেডিও বিজ্ঞানের মূল তথ্যগুলি এবং সংশ্লিষ্ট আবিষ্কারকদের প্রতিভা ও অবদান বিষয়ে গোড়ার দিকে আলোচনা করা হয়েছে। তারপর সেই বৈজ্ঞানিক তথ্যের ভিত্তির উপর স্থাপিত করা হয়েছে এর প্রয়োগ নীতি ও কৌশলের সুসম্বন্ধ শিক্ষা প্রণালী।

আলোচিত বিভিন্ন তথ্যগুলির মধ্যে একটি পারস্পর্যের দ্বারা বর্তমান থাকায় এবং রেডিও বিজ্ঞান ও কারিগরী শিক্ষা সহজ ভাবে এই পুস্তকে পরিবেশিত হওয়ায় যে কোন লাইব্রেরী, রেডিও কারিগরী স্কুল, কলেজ প্রভৃতির পক্ষে এই পুস্তক রক্ষনোপযোগী হতে পারবে বলেই আশা করি।

জ্ঞান বিজ্ঞানের সমস্ত বিভাগেই আমাদের মাতৃভাষা “বাংলার” মাধ্যমে শিক্ষার ব্যবস্থা হোক, আজকাল দেশের হিতকামি সবাই এটা চাচ্ছেন। এদিক দিয়ে আমার বর্তমান ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা যদি জাতির কল্যাণে নিয়োজিত হতে পারে—তবেই আমি আমার শ্রম সার্থক জ্ঞান করবো। ইতি—

স্বাধীনতা দিবস

১৫ই আগস্ট, ১৯৫২

শ্রীকালচাঁদ শীল

গ্রন্থকার

## দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা

আমাদের দেশের কারিগরী শিল্প বিশেষ করে রেডিও শিল্প ক্রমেই প্রসার লাভ করছে ; বিলাসিতার পর্যায় থেকে রেডিও আজ নিত্য প্রয়োজনীয় গার্হস্থ্য সামগ্রীতে পরিণত হয়েছে । অথচ জনসাধারণ এই বিজ্ঞান চর্চাকে নিজেদের ক্ষমতার অতীত বলেই জানেন । এমনকি আমাদের দেশের ছাত্র ছাত্রীগণ ও সাধারণ যন্ত্র চালকগণ নিজ নিজ গৃহের বেতার গ্রাহক যন্ত্রের সাথে গভীর ভাবে পরিচিত হলেও যন্ত্রটি কেন ও কি ভাবে কাজ করে তা আজও তারা জানেন না ; হয়তো জানতে চাইলেও জানবার সুযোগ বা সুবিধা তাদের নাই, ফলে এই বিজ্ঞান সম্বন্ধে চর্চা করার কোন লক্ষণই তাদের মধ্যে দেখা যায় না ।

অথচ আশ্চর্যের বিষয় পাশ্চাত্য দেশগুলিতে নিত্য নূতন যন্ত্রের সৃষ্টি হচ্চে আর এই সৃষ্টির অধিকাংশ স্রষ্টাই হলো দেশের জনসাধারণ যন্ত্র চালকগণ বা তাদের আমরা মিস্ত্রি বলে থাকি । এই মিস্ত্রীদেরই অবদানে বিজ্ঞানের সাম্রাজ্য সমৃদ্ধ হয়ে উঠেছে । পরে এই মিস্ত্রিরাই আবার ধীরে ধীরে বিজ্ঞানী হয়ে সমাজের কাছে পরিচিত হচ্চেন । প্রমাণ স্বরূপ যেমন আমরা মিস্ত্রি ফ্যারাডে, মিস্ত্রি এডিসনকে বিজ্ঞানী বলেই জানি । কিন্তু আমাদের দেশের গত শত বৎসরের ইতিহাস লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে আমাদের যন্ত্র চালকদের কোন অবদানই নাই এবং কোন যন্ত্র চালকই বিজ্ঞানী বলে পরিচিত হননি । তার প্রথম কারণ দেশীয় ভাষায় বেতার বিজ্ঞানের তথ্যমূলক গ্রন্থের অত্যন্ত অভাব ।

বাংলা ভাষায় লিখিত রেডিও বিজ্ঞানের প্রাথমিক তথ্য সম্বলিত গ্রন্থ “বেতার-তথ্য” এর ২য় সংস্করণ সম্পূর্ণ পরিবর্তিত ও পরিবর্দ্ধিত আকারে পুনঃ প্রকাশিত হলো । এত শীঘ্র ১ম সংস্করণ নিঃশেষিত হওয়াতে এই বইয়ের জনপ্রিয়তা যেমন সুপ্রমাণিত হলো, তেমনই টেকনিক্যাল শিক্ষার সমাদর এদেশে বাড়ছে বলেই প্রতিপন্ন হলো ।

পূর্বের প্রকাশিত প্রথম সংস্করণে ব্যাটারী সেটের ব্যবস্থা না থাকায় ও মক্কেলবাসী শিক্ষার্থীদের অসুবিধার বিষয় লক্ষ্য করেই দ্বিতীয় সংস্করণের

প্র্যাকটিক্যাল অংশে ব্যাটারী ও মেন সেট উভয়েরই ব্যবস্থা করা হয়েছে। তাছাড়া এসি/ডিসি এ্যামপ্লিফায়ার, ইন্টার-কম ইউনিট প্রভৃতি কয়েকটি বহুল পরীক্ষিত সার্কিটের বর্ণনা ছাড়াও থিওরেটিক্যাল অংশের সম্পূর্ণ বিষয়বস্তুকে পরিবর্তিত ও পরিবর্তিত আকারে প্রতিটি অধ্যায়ের মধ্যে এমন ভাবে সন্নিবেশিত করা হয়েছে যাতে রেডিও-বিজ্ঞানের নতুন শিক্ষার্থী ও স্কুল কলেজের ছাত্র-ছাত্রীগণ রেডিও টেকনিকের প্রাথমিক তথ্যগুলি জানতে ও শিখতে পারে। তারা যদি এই তথ্যগুলি ভাল ভাবে উপলব্ধি করতে পারে তাহলে পরবর্তী পর্যায়ের রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফিকেশন, ডিটেকশন, অডিও-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফিকেশন, অসিলেশন প্রভৃতি সুপারহেটেরোডাইনের উচ্চতর তথ্যগুলি সহজে বুঝতে তাদের কোন অসুবিধা হবে না।

গ্রন্থখানি যাতে সরল ও সহজবোধ্য হয় সেজন্য আমি চেষ্টার ক্রটি করিনি। রেডিও শিক্ষার ব্যাপারে ইঞ্জিনিয়ারীং কলেজগুলিতে শিক্ষার্থীদের সুঝাবার জন্য যে সকল বিদেশী শব্দের প্রচলন আছে, সেগুলি দেশীয় ভাষায় অনুবাদ করে আপাততঃ যাতে ত্রুটিবোধ হয় না ওঠে তজন্য বিদেশী শব্দগুলিকেই বাংলায় লেখা হয়েছে।

বাংলা ভাষায় রেডিওর তথ্য সম্বলিত পুস্তক প্রণয়নের আমার এই প্রারম্ভিক প্রচেষ্টা। এতে অনিচ্ছাকৃত ভুলও থাকতে পারে। তবে এই বইয়ের শ্রীবৃদ্ধি এবং একে ক্রটিহীন করবার জন্য সহদয় সকল গুণী ব্যক্তিগণের ভালমন্দ সমালোচনা সাদরে গৃহীত হবে এবং তা প্রতি সংস্করণে সংশোধন করে ও প্রয়োজন বোধে নতুন কিছু সন্নিবেশিত করে প্রকাশিত হবে।

পূর্ণিমা

শ্রীকালচাঁদ মীল

১৭ই ফেব্রুয়ারী, ১৯৫৪

## তৃতীয় সংস্করণের ভূমিকা

দ্বিতীয় সংস্করণের পর তৃতীয় সংস্করণ প্রকাশিত হলো। এত শীঘ্র দ্বিতীয় সংস্করণ নিঃশেষিত হয়ে যাওয়ায়—দিন দিন যে এই পুস্তক জনপ্রিয়তা অর্জন করেছে তা স্পষ্টরূপে প্রমাণিত হয়। দ্বিতীয় সংস্করণে যে সকল ভুল ত্রুটি রয়ে গিয়েছিল—এই সংস্করণে যতদূর সম্ভব তা সংশোধন করে নেবার আশ্রাণ চেষ্টা করা হয়েছে এবং আশা করি কৃতকার্যও হয়েছি ; অবশ্য সেটা বিচার করবেন পাঠক পাঠিকাবৃন্দ।

পূর্বেও বলেছি এবং এখনও বলছি যে এই পুস্তককে ত্রুটিহীন করতে সকল গুণী ব্যক্তির সমালোচনা সাদরে গৃহীত হবে। প্রতি সংস্করণে তা যুক্ত করে দেবার চেষ্টাও করা হবে। এই সংস্করণে ভুল সংশোধন ব্যতীত নূতন কিছুই যুক্ত করা হয় নি।

২২শে এপ্রিল ১৯৫৬

প্রকাশক

## চতুর্থ সংস্করণের ভূমিকা

অসংখ্য পাঠক পাঠিকা আর সৌধিন বেতার অহুরাগীদের প্রীতি ও শুভেচ্ছা ধন্য হয়ে “বেতার তথ্য”-এর চতুর্থ সংস্করণ প্রকাশিত হল। সংস্করণ বলতে একে পুণঃ মুদ্রণই বলা যায়। পূর্ব সংস্করণে অসাবধানতা বশতঃ যে সকল ত্রুটি রয়ে গিয়েছিল সেইগুলিই কেবল এ সংস্করণে শুদ্ধ করে দেওয়া হয়েছে।

১লা আগষ্ট ১৯৫৮

ত্রিনিদাদালী

## জ্ঞানী গুণী ও মণীষীগণের অভিমত—

শ্রীমান্ কালার্টাদ শীলের প্রণীত 'বেতার-তথ্য' পড়িয়া খুসী হয়েছি। বেতার যন্ত্রাদি আমাদের বৈশিষ্ট্য, তাদের কার্যক্রম ও বেতার বিজ্ঞানের মূলনীতিগুলি সরল ভাষায় আলোচনা করা হয়েছে এই বইএ।

রেডিও বিজ্ঞানের ছাত্রেরা এর থেকে অনেক নতুন খবর সংগ্রহ করতে পারবেন।

যাঁদের বেতার যন্ত্রাদি নিয়ে প্রত্যাহ নাড়াচাড়া করতে হয়, সেই সব শিল্প-কারুজ্ঞও এই বই পড়ে যথেষ্ট উপকৃত হবেন।

বাংলায় এই বই লিখে দেশে বেতার বিজ্ঞানের প্রচারে যথেষ্ট সাহায্য করেছেন শীল মশাই আশা করি বেতার বিজ্ঞানের যারা অনুরাগী তাঁদের মধ্যে এই বইএর বহুল প্রচার হবে।

ডাঃ সত্যেন্দ্র নাথ বসু।

থররা অধ্যাপক

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়

২ই সেপ্টেম্বর ১৯৫২।

শ্রীমান কালার্টাদ শীল রচিত “বেতার-তথ্য” পুস্তকখানি পাঠ করিয়া অশার আনন্দ পাইলাম। বেতার বিজ্ঞান সম্বন্ধে বাংলা ভাষায় খুব অল্প পুস্তকই প্রকাশিত হইয়াছে। শ্রীমানের এই অবদান বাংলা ভাষাকে অলঙ্কৃত করিয়াছে বলিলে অত্যাতি হয় না।

বেতার সম্পর্কীয় বাবতীর বিষয়বস্তুগুলি বহুল চিত্র সম্বলিত হইয়া বেশ প্রাঞ্জল ভাষায় বর্ণিত হইয়াছে কোথাও বুরিতে অসুবিধা হয় না।

আমি এই নিষ্ঠায়ুক্ত প্রচেষ্টার সর্ভাসীন শাকল্য কাবনা করি।

শ্রীমধুসূদন শীল, এম, এস-সি

ইলেকট্রনিকস্ এণ্ড

বোশন শিকচাস্ ইঞ্জিনিয়ার

১৩ই আগষ্ট ১৯৫২

বাঙ্গলা ভাষায় বেতার বিজ্ঞান সম্বন্ধে পুস্তকের অভাবে বাঙ্গালী ছাত্রদের অসুবিধা লক্ষ্য করিয়াছি। শ্রীকালার্টাদ শীল প্রণীত “বেতার-তথ্য” সে অভাব দূর করিল। ছাত্রাবস্থায় তাহার জ্ঞানপিপাসা ও হাতে কলমে কাজের প্রতি অসীম আগ্রহ আমার দৃষ্টি আকর্ষণ করে। পুস্তকটি রেডিও ইঞ্জিনিয়ারিং সম্বন্ধে প্রাথমিক জ্ঞান অর্জনের উপযুক্ত, কারণ বিষয়বস্তু “সার্কিটের” (নক্সার) সাহায্যে ও সরল ভাবে লিখিত। ছাত্রেরা এই পুস্তকের সাহায্য গ্রহণ করিয়া যথেষ্ট লাভবান হইবে।

বি, সি, মিটার

প্রিন্সিপ্যাল

রেডিও (রিসার্চ) ইনস্টিটিউট অফ

সার্ভিস্ ইঞ্জিনিয়ারিং

১৩ই আগষ্ট ১৯৫২

## বিভিন্ন পত্রিকার মতামত

**আনন্দ বাজার** ( রবিবার ১২শে আশ্বিন ১৩৫২ )

বাঙ্গলা দেশে রেডিও দিন দিন জনপ্রিয়তা অর্জন করিতেছে এবং রেডিও শিল্পী, রেডিওবিদ এবং রেডিও যন্ত্রের মেরামতকারীর সংখ্যাও প্রতিদিন বৃদ্ধি পাইতেছে। দুঃখের বিষয় যে, রেডিও বিজ্ঞান জ্ঞানিবার বা শিখিবার বাঙ্গলা ভাষায় স্থলিখিত কোন পুস্তক নাই। দু-একখানি বাহা আছে ভাহা প্রধানত তথ্য মূলক এবং দুর্ব্বল। অথচ এই রেডিও আবিষ্কারে ও বৃদ্ধি সাধনে বাঙ্গালী বিজ্ঞানীর যথেষ্ট হাত আছে। সেই সকল দিক হইতে বিচার করিলে আলোচ্য পুস্তকের গ্রন্থকারের উদ্যম প্রশংসনীয় ... ..।

**যুগান্তর**—( রবিবার ২রা কার্তিক ১৩৫২ )

... .. কারিগরী বিভাগ সম্পর্কে কোন নূতন পুস্তক প্রকাশিত হওয়া অবশ্যই আশা ও আনন্দের কথা ... .. এই পুস্তক পাড়িয়া স্থানীয় লোক্যাল সেট নির্মাণ সম্ভব। ... .. যে তথ্য আলোচিত হইয়াছে মোটামুটি হিসাবে ঠিকই ... .. রেডিও বিজ্ঞানের প্রাথমিক পাঠ হিসাবে পুস্তকখানির সার্থকতা আছে।

**সত্যযুগ**—( রবিবার ২২শে ভাদ্র ১৩৫২ )

রেডিও বিজ্ঞানের ছাত্র, সৌখীন রেডিও বিজ্ঞানী এবং রেডিও কারিগরদের দিকে লক্ষ্য রেখেই মূলতঃ এই পুস্তকখানি রচনা করা হয়েছে ... .. যেরূপে যাতে হাতে-কলমে কাজের সুবিধা হয় তার জন্য বিভিন্ন প্রকার চিত্রের সাহায্যে রিসিভারের বিভিন্ন অংশকে অঙ্কন করে ও একের পর এক সংযোগ ও পরিবর্তন করে সার্কিটের অবস্থা লিপি বন্ধ করে দেওয়া আছে ... .. অভিজ্ঞ গ্রন্থকার শিক্ষার্থীদের দিক থেকে যা প্রয়োজন সে দিকে যে বিশেষ লক্ষ্য রেখেছেন তা বুঝতে কষ্ট হয় না। বাংলার এইরূপ বিস্তৃত বিবরণ যুক্ত রেডিও-বিজ্ঞানের বই এই প্রথম বলা চলে। বইটি সমাদৃত হবে বলেই বিশ্বাস করি।

**হিনাজী**—( সাপ্তাহিক ৩০শে শ্রাবণ ১৩৫২ )

... .. ছাত্রদল, কারিগরগণ এবং সৌখীন শিল্পীগণের পক্ষে এই পুস্তকখানি অপরিহার্য হইবে বলিয়াই আমাদের ধারণা। শিক্ষকের সাহায্য ব্যতিরেকেও শিক্ষার্থীগণ উহার সাহায্যে বেতারের খাবতীয় তাত্ত্বিক বিষয় জানিতে পারিবেন এবং স্বহস্তে বেতার সেট নির্মাণ করিতে সক্ষম হইবেন ... .. গ্রন্থখানি বেতার তথ্যে আগ্রহশীল প্রত্যেক শিক্ষার্থীর ও শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের গ্রন্থাগারে স্থান লাভ করুক ইহাই আমরা কামনা করি।

**দেশ**—( সাপ্তাহিক ২৭শে অগ্রহায়ণ ১৩৫২ )

গত কয়েক বৎসরের মধ্যে বেতারের অনেক উন্নতি হইয়াছে। কিন্তু বেতার সম্বন্ধে সাধারণের জ্ঞান কিছু ধারণা নাই। এ গ্রন্থে লেখক ক্ষেত্রের সাহায্যে বেতারের স্বরূপাতি ইত্যাদির বিশদ আলোচনা করিয়াছে। বাঁহারা এই দিকে কাজ করেন তাঁহাদের পক্ষে বইটি উপকারে লাগিব



# সূচীপত্র

## বেতারের জন্ম কথা

প্রথম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা—১—২২

১৮২১ সাল : ওয়ালষ্টেন ও ডেভীর আবিষ্কার—১৮৩১ সাল :  
ফ্যারাডের ইনডাকশন নিয়ে পরীক্ষা—১৮৬৪ থেকে ১৮৭১ সাল : ম্যাক্স-  
ওয়েলের আবিষ্কার—১৮৮৮ পর্যন্ত হেরৎস-এর পরীক্ষা এবং অসিলেটর  
ও রেজোনেটর আবিষ্কার—১৮৯৪ সাল : জগদীশ চন্দ্র কল্কর রেডিও  
ওয়েভসের প্রথম ব্যবহার—এবং মার্কণী কল্কর এক্সাইটর ও কোহিয়ারার  
আবিষ্কার—১৮৯৭ সাল : যুদ্ধ জাহাজের মধ্যে বেতার যন্ত্র স্থাপন ।

## প্রাথমিক তথ্য

দ্বিতীয় অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা—২৩—৫৩

ইলেকট্রিসিটি ও রেডিওর মধ্যে পার্থক্য—রেডিও কি ? ইথার—  
ওয়েভলেংথ — ওয়েভলেংথের দূরত্ব — এ্যামপ্লিটিউড — ভাইব্রেশন বা  
অসিলেশন—রেডিও ওয়েভসের গতি—ফ্রিকোয়েন্সি—ওয়েভসের গণনা  
—রেডিও ওয়েভসের ফ্রিকোয়েন্সি ও ওয়েভলেংথ গণনা—রেডিও ওয়েভস  
ও সাউণ্ড ওয়েভসের বিশ্লেষণ—রেডিও ওয়েভস ও সাউণ্ড ওয়েভসের  
মধ্যে গতির পার্থক্য—রেডিও ট্রান্সমিশন ও রিসেপশন পদ্ধতি—মিটার  
ব্যাণ্ড ।

## ইলেকট্রিসিটি

তৃতীয় অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা—৫৪—৮২

ইলেকট্রিসিটি কি ? —শক্তি বা এনার্জি কি ? —ইলেকট্রিসিটির শ্রেণী

বিভাগ—ইলেকট্রিক কারেন্ট—ইলেকট্রিক ভোল্টেজ—ভোল্টেজ ও কারেন্টের পারস্পরিক সম্পর্ক—একক বা ইউনিট—এ্যামিটার—ভোল্ট-মিটার—ডিরেক্ট কারেন্ট ও অন্টারনেটিং কারেন্ট—ইলেকট্রিক্যাল রেজিষ্ট্যান্স—রেজিষ্ট্যান্সের একক—কন্ডাক্টর ও ইনসুলেটর।

## ম্যাগনেটিজম ও ইলেকট্রোম্যাগনেটিজম

চতুর্থ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৮৩—১১৫

ত্যাচারাল ম্যাগনেট—লোডষ্টোন—ম্যাগনেট—ম্যাগনেটাইট—আর্টিফি-সিয়াল ম্যাগনেট—পারমানেন্ট ম্যাগনেট—ম্যাগনেটের মেরু বা পোল—ম্যাগনেটের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ—ম্যাগনেটিক ফোর্স—ম্যাগনেটিক ফিল্ড—ম্যাগনেটিক লাইন অব ফোর্স—ম্যাগনেটিক সার্কিট—ম্যাগনেটোমোটভ ফোর্স—রিল্যাক্টেন্স—ফিল্ড অব ফোর্স—ম্যাগনেটিক ক্লাক্স—ক্লাক্স ডেনসিটি—ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ড—অরষ্টেডের পরীক্ষা—ইলেকট্রো-ম্যাগনেট—এম্পিয়ারের নিয়ম—ম্যাক্সওলের কর্ক-স্ক্রু রুল—ক্লেমিং-এর রাইট হ্যাণ্ড রুল—ইলেকট্রোম্যাগনেট—ক্লক রুলের ব্যবহার—এ্যাম্পিয়ার-টার্ণস—আয়রণ কোর—এয়ারকোর—ইলেকট্রো-ম্যাগনেট ও সলেনয়েড।

## ওম-সূত্র

পঞ্চম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ১১৬—১৫১

জর্জ সাইমন ওম—ওম-সূত্র - ওম-সূত্র শিক্ষা—ওম-সূত্রের ব্যবহার—সিরিজ সংযোগ—প্যারাল্যাল সংযোগ—সিরিজ প্যারাল্যাল সংযোগ—শাট—পাওয়ার—ওয়াট।

## ভ্যাকুয়াম-টিউব

ষষ্ঠ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ১৫২—১৯৯

এডিসন এফেক্ট—ইলেকট্রন প্রোটন—ইলেকট্রনিক এমিশন—বিভিন্ন প্রকার এমিশন—ফ্লেমিং ভ্যাকুয়াম বা ডায়োড ভ্যাকুয়াম বা টিউব—ক্যাথোড—এনোড বা প্লেট—ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ভ্যাকুয়াম—ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ভ্যাকুয়াম—ডিটেকটর হিসাবে ডায়োডের ব্যবহার—ট্রায়োড ভ্যাকুয়াম বা টিউব—গ্রামফোনের হিসাবে ট্রায়োডের ব্যবহার—ট্রায়োড টিউবের গ্রিড—পোটেনশিয়াল—টিউবের ক্রমোন্নতিসাধন—টেট্রোড টিউব—ইলেকট্রনিক বস্কার্ভমেন্ট—টিউবের ইন্টারনাল ক্যাপাসিটি—স্পেস-চার্জ—বিভিন্ন প্রকার টেট্রোড টিউব—সাধারণ টেট্রোড ও ভেরিএবল মিউটেট্রোড—সেকেন্ডারী এমিশন—পেন্টোড টিউব—টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিক—টিউবের এমিশন কার্ভ।

## রেকটিফিকেশন

সপ্তম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ২০০—২১৯

রেকটিফিকেশন—হাফ-ওয়েভ রেকটিফিকেশন—ফুল ওয়েভ রেকটিফিকেশন—স্পেস চার্জ—স্ট্রোরেশন পয়েন্ট—এমিশন কারেন্ট—পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজ—ফিল্টার সার্কিট—ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিট।

## ডিটেকশন

অষ্টম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ২২০—২৩৮

ডিটেক্টর ও ডিটেকশন—মডিউলেশন—ডি-মডিউলেটর—ডিমেক্টর স্টেজ

( ড )

—ডিটেক্টরের শ্রেণী বিভাগ—ডায়োড ডিটেক্টর—গ্রিড-লিক-ডিটেকশন—  
শাট-গ্রিড-লিক—গ্রিড ব্যায়াস ডিটেকশন—প্লেট ডিটেকশন।

## এ্যামপ্লিফিকেশন

নবম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ২০২—২০৮

এ্যামপ্লিফায়ার ও এ্যামপ্লিফিকেশন—এ্যামপ্লিফায়ারের শ্রেণী বিভাগ—  
রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ার—অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ার  
—বিভিন্ন প্রকার এ্যামপ্লিফিকেশন—ক্লাস এ এ্যামপ্লিফিকেশন—ক্লাস-বি  
এ্যামপ্লিফিকেশন—ক্লাস-এ বি বা এ-প্রাইম এ্যামপ্লিফিকেশন—ট্রান্সফরমার  
কাপলিং—রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং—ইম্পিডেন্স কাপলিং।

## লাউড স্পিকার

দশম অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ২০৯—২১৭

লাউড স্পীকার বা রিপ্ৰোডিউসার—স্পীকারের শ্রেণী বিভাগ—  
ইলেকট্রোস্ট্যাটিক স্পীকার—পারমানেন্ট ম্যাগনেট — ডাইনামিক  
স্পীকার।

## রেডিও সার্কিট অঙ্কনের সাঙ্কেতিক চিহ্ন

একাদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ২১৮—৩০৪

কন্ট্রোল—ডায়োড টিউব—ট্রায়োড টিউব—টেট্রোড টিউব—পেন্টোড  
টিউব—ট্রান্সফরমার—কয়েল—এরিয়াল—ব্যাটারী—কনডেন্সার—রেজিষ্ট্যান্স  
হেডফোন—স্পীকার.....ইত্যাদি।

# প্র্যাকটিক্যাল শিক্ষা

## কলার কোর্ড

ষাদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৩০৫—৩১৩

R.M.A. ষ্টাণ্ডার্ড কলার কোর্ড—বিভিন্ন প্রকার রেজিষ্ট্র্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়ের উপায়—তিনটি ও ছটি বিন্দু যুক্ত মাইকা কনডেন্সারের পরিমাণ নির্ণয়ের সহজ নিয়ম।

## কুণ্ডাল সেট নির্মাণ প্রণালী

ত্রয়োদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৩১৪—৩৫০

কুণ্ডাল সার্কিটের বিশ্লেষণ—সার্কিটের তিনটি প্রধান ধর্ম—এরিয়াল সার্কিট কর্তৃক রেডিও ওয়েভস আহরণ—টিউনিং সার্কিট কর্তৃক নির্দিষ্ট সিগন্যালের নির্বাচন—সিগন্যালকে সাউণ্ডে রূপান্তর—টিউনিং সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা—টিউনিং সার্কিটের কার্যকারীতা—রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি কয়েলের বিশ্লেষণ—টিউনিং কনডেন্সারের ব্যবহার—ভেরিয়েবল কনডেন্সার যুক্ত টিউনিং সার্কিট—ডিটেক্টর সার্কিট কর্তৃক নির্বাচিত সিগন্যালের সংশোধন ও শব্দে রূপান্তর—ডিটেক্টর সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা—ডিটেক্টর সার্কিটের কার্যকারীতা—হেডফোনের কার্যকারীতা।

## কেশীল বোর্ড নির্মাণ

চতুর্দশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৩৫১—৩৫৭

কেশীল পাওয়ার বোর্ডের প্রয়োজনীয়তা—গঠন কোশল—ব্যবহার প্রণালী।

## ଏକ ଭ୍ୟାଲଭ ନିରେ পরীক্ষা

পঞ্চদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৩৫৮—৩৬৬

পাওয়ার সাপ্লাই নিয়ে মোট ৯৮টি পরীক্ষা যথা—ফিলামেন্ট সার্কিট—ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স—ফিলামেন্ট সার্কিট টেস্ট—টিউব যুক্ত সার্কিট—প্লেট সংযোগ—রেকটিফায়ার সার্কিট—ভোল্টেজ রেগুলেশন—ক্যাপাসিটি ফিল্টার—ক্যাপাসিটি ফিল্টার সার্কিটের রেগুলেশন—“L” টাইপ ফিল্টার—“L” টাইপ ফিল্টারের রেগুলেশন—“PI” টাইপ ফিল্টারের রেগুলেশন—R-C ফিল্টার—R-C ফিল্টার রেগুলেশন—ভোল্টেজ ডিভাইডার—গ্রিড ব্যায়াস—গ্রিড ব্যায়াস ভোল্টেজ।

## দু'ভ্যালভ নিয়ে পরীক্ষা

ষোড়শ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৩৬৭—৪২৭

মোট ১৩টি পরীক্ষা যেমন—পাওয়ার সাপ্লাই—ওম্ মিটার গঠন ও ব্যবহার—6C5 টিউবের সংযোগ ব্যবস্থা—গ্র্যামমিটার গঠন ও ব্যবহার—ডায়োডের ব্যবহার—ট্রায়োড নিয়ে পরীক্ষা—ট্রায়োড টিউবের (Eg-IP) কার্যকারিতা—গ্র্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর—প্লেট রেজিস্ট্যান্স—মিউচুয়াল কনডাকটেন্স বা ট্রান্সকনডাকটেন্স—গ্র্যামপ্লিফিকেশন—প্লেট ডিটেকশন—গ্রিড-লিক ডিটেকশন—দু' ভ্যালভ রিসিভার—ছোট রি-জেনারেটিভ রিসিভার।

## তিন ভ্যালভ এ-সি/ডি-সি

## লোক্যাল সেট নির্মাণ কৌশল

সপ্তদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৪২৮—৪৩৯

পার্টসের তালিকা—নির্মাণ কৌশল—গঠন প্রণালী—কয়েল নির্মাণ

( ত )

কৌশল এবং রেজিষ্টার কনডেম্ভার প্রভৃতির সংযোগের প্র্যাকটিক্যাল চিত্র ।

## তিন ভ্যালভ ব্যাটারী নিৰ্ম্মাণ কৌশল

অষ্টাদশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৪৪০—৪৫০

পার্টসের তালিকা—গঠন প্রণালী—কয়েল নিৰ্ম্মাণ কৌশল এবং রেজিষ্টার, কনডেম্ভার প্রভৃতির সংযোগের প্র্যাকটিক্যাল চিত্র ।

## প্রয়োজনীয় কয়েকটি সার্কিট

উনবিংশ অধ্যায় :—

পৃষ্ঠা ৪৫১—৪৬০

এই অধ্যায়ে এসি/ডিসি লোক্যাল সেট—এসি/ডিসি এ্যামপ্লিফায়ার—ইন্টার-কম ইউনিট প্রভৃতি কয়েকটি বহুল পরীক্ষিত সার্কিট ও তার গঠন প্রণালীকে বিস্তৃত ভাবে বর্ণনা করা হয়েছে ।

প্রথম অধ্যায়

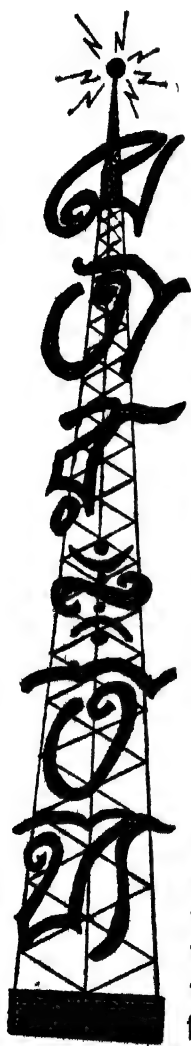
## বেতারের জন্মকথা

(History of Radio)

বিশ্বের দেশ-দেশান্তর থেকে ভেসে-  
আসা সঞ্চিত ও জ্ঞান-বিজ্ঞানের নানা তথ্য  
ধরা পড়ে আমাদের গৃহকোণের ছোট  
রেডিও যন্ত্রটিতে। ঈশ্বার তরঙ্গে বাহিত  
ধ্বনি-গুঞ্জরণ দেশ কাল অতিক্রম করে  
আমাদের অন্তরে জাগায় পরম বিস্ময়। ঠিক  
এই রকম বিস্ময় আর রোমাঞ্চের অনুভূতি  
জড়িয়ে রয়েছে বেতার বিজ্ঞানের স্তরে  
স্তরে—বেতার-যন্ত্রের প্রতিটি অংশে। এই  
চিন্তাকর্ষক রেডিও-রোমাঞ্চের সূচনাতেই  
আমরা এর উৎপত্তির ইতিহাসটির কথা  
বলবো।

কোন একটি বিশেষ ব্যক্তির দ্বারা  
বেতারের আবিষ্কার সম্ভব হয়নি। বহু বৈজ্ঞা-  
নিকের অক্লান্ত চেষ্টায়, বহু গবেষণার কলেই  
এর উদ্ভব সম্ভব হয়েছে।

১৮৩১ সালের ২২শে আগস্ট বিদ্যুত-  
শাস্ত্রের ইতিহাসে স্মরণীয় দিন। ঐ দিনটিতে  
মাইকেল ফ্যারাডে তাঁর নিভৃত গবেষণা-  
গারের একান্তে বসে যে অদ্ভুত শক্তির  
অবতারণা করে মানুষের হাতে বেতার-শাস্ত্রের  
অগ্রগতির প্রধানতম উপকরণটুকু তুলে  
দিয়েছিলেন আজ ও আগামী কালের মানুষ





সেজন্য তাঁর কাছে চিরঞ্জলী হয়ে থাকবে। তিনি দেখতে পেয়েছিলেন, কোন একটি তারের মধ্য দিয়ে যদি বৈদ্যুতিক প্রবাহ (ইলেকট্রিক কারেন্ট) চালনা করা হয়, তা হলে কিছু দূরে অবস্থিত আর একটি তারের মধ্যেও বৈদ্যুতিক প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। তাই তিনি কয়েক ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট একটি লৌহখণ্ডের (আয়রণ কোর) উপর তারকুণ্ডলী (কয়েল) জড়িয়ে নিয়ে ২নং চিত্রের স্থায়, তার এক প্রান্তে একটি ব্যাটারী ও অপর প্রান্তে একটি টেপাসুইচ (পুস্বাটনু



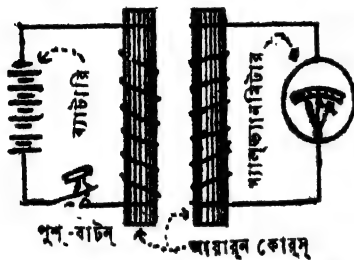
মাইকেল ফ্যারাডে

১৮০১—১৮৬৭

সুইচ) সংযুক্ত করে বৈদ্যুতিক প্রবাহ চালনার ব্যবস্থা করেন এবং আর একটি অমুরূপ কয়েল প্রস্তুত করে ও তার দুই প্রান্তে একটি গ্যালভ্যানোমিটার (Galvano Meter) নামে একটি বৈদ্যুতিক প্রবাহ-পরিমাপক যন্ত্র সংযুক্ত করে, ২নং চিত্রের স্থায় পূর্বের ঐ কয়েলটির নিকট স্থাপিত করেন।

এইবার পরীক্ষা করতে গিয়ে ফ্যারাডে দেখতে পেলেন যে, যখনই পুস্বাটনু সুইচকে সামান্য একটু চাপ দিয়ে ব্যাটারী সংযোগ দ্বারা প্রথম কয়েলের মধ্যে বৈদ্যুতিক প্রবাহ প্রয়োগ করা হয়, তখনই দ্বিতীয় কয়েলের সঙ্গে সংযুক্ত

গ্যালভ্যানোমিটারের কাঁটাটি নড়ে ওঠে। এই ঘটনার উৎপত্তি হয় ঠিক ব্যাটারী সংযোগের মুহূর্তে। আবার যে মুহূর্তে পুস্বাটন সুইচকে ছেড়ে দিয়ে ব্যাটারী সংযোগ ছিন্ন করা হয়, কেবল তখনই গ্যালভ্যানোমিটারের কাঁটা পুনরায় নড়ে ওঠে,—কিন্তু এবার বিপরীত দিকে। বৈদ্যুতিক প্রবাহ বর্তমান থাকা অবস্থায় অর্থাৎ কন্টাক্ট থাকা অবস্থায় গ্যালভ্যানোমিটারের কাঁটার কোন নড়চড় হয় না।



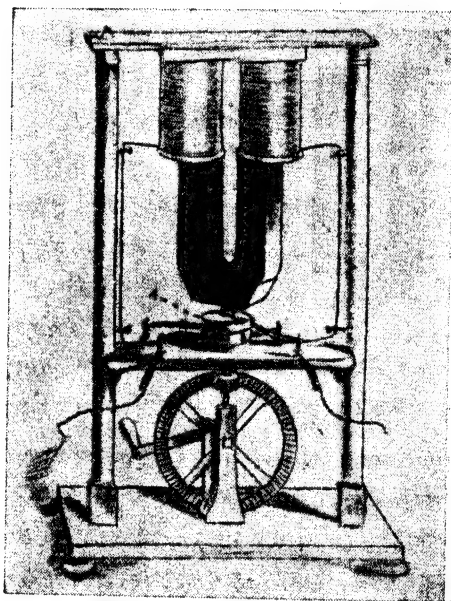
২নং চিত্র—এখানে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশানকে পরীক্ষা মূলকভাবে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

যে কয়েলের সঙ্গে গ্যালভ্যানোমিটার সংযুক্ত ছিল, ৫নং চিত্রের স্থায় ক্যারাডে হঠাৎ একটি চুম্বকদণ্ড (ম্যাগনেটিকবার) ঐ কয়েলের মধ্যে প্রবেশ করাতে গিয়ে দেখতে পেলেন যে, গ্যালভ্যানোমিটারের

কাঁটাটি নড়ে ওঠে। তিনি আরও লক্ষ্য করলেন যে ম্যাগনেটটিকে কয়েলের মধ্যে প্রবেশ করাবার সময় গ্যালভ্যানোমিটারের কাঁটা যদিকে নড়ে, ম্যাগনেটটিকে বের করে নেবার সময় কিন্তু কাঁটাটি তার বিপরীত দিকে নড়ে ওঠে। তখন তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হলেন যে, চুম্বক শক্তিকেও বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা চলে। )

(তার এই দার্শনিক ধারণা বঙ্গমূল হয়েছিল ইংলণ্ডের রয়াল সোসাইটিতে কার্যকালে আর একটি ঘটনার মধ্যদিয়ে।) ঘটনাটি জানতে গেলে ইংলণ্ডের রয়াল সোসাইটি সম্বন্ধে কিছু জানা প্রয়োজন।

১৭৯৯ সালে রয়্যাল সোসাইটি প্রতিষ্ঠিত হয়। ধারাবাহিক ভাবে বৈজ্ঞানিক গবেষণার সুযোগ সৃষ্টি করা এবং জনসাধারণের মধ্যে বিজ্ঞানের প্রচার করাই ছিল ঐ প্রতিষ্ঠানের উদ্দেশ্য। রয়্যাল সোসাইটি প্রতিষ্ঠিত হওয়ার কিছুদিন পরেই হ্যামফ্রি ডেভী এখানে রসায়ন সম্পর্কিত গবেষণার পরি-



৩নং চিত্র—১৮৩১ সালে আবিষ্কৃত প্রথম ডায়নামো

চালনার সুযোগ লাভ করেন। ডেভী তাঁর স্বভাবসিদ্ধ সহজ, সুন্দর ভাষায় কঠিন বৈজ্ঞানিক তথ্যকে জনসাধারণের নিকট উপস্থাপন করতেন। বিজ্ঞানের জয়যাত্রার কাহিনী শুনবার ক্ষণ ইংলণ্ডের জনসাধারণ দলে দলে রয়্যাল সোসাইটির

সভামণ্ডপে ভীড় জমাতো। ঐ সময়ে কামারের ছেলে মাইকেল ফ্যারাডে দৈনন্দিন অন্ন সংস্থানের জন্য ম্যাগেণ্টার ফ্লোরারের কাছে অবস্থিত ব্লাণ্ডফোর্ড স্ট্রীটে এক দপ্তরীখানায় বই বাঁধায়ের কাজ করতেন। বই বাঁধাই করতে বসে ফ্যারাডের কৌতূহল উদ্দীপ্ত হলো। তার মধ্যে কি লেখা

আছে তা জানবার জন্য তিনি একে একে বই-গুলি পড়তে আরম্ভ করলেন। বিশেষভাবে, রসায়ন ও বিদ্যুৎ-সম্পর্কিত বইগুলি তাঁকে বিশেষ আকর্ষণ করতো। বিভিন্ন উপায়ে পয়সা বাঁচিয়ে নানা রকম জিনিসপত্র কিনে তিনি বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নির্মাণের চেষ্টা করতেন। আর বিভিন্ন বই থেকে নোট সংগ্রহ করে নিজের খাতা ভর্তি করে



শ্রী হামফ্রি ডেভী

১৭৭৮—১৮২২

ফেলতেন—যদিও শৈশবে ভালভাবে লেখাপড়া শেখার সুযোগ তাঁর কোনদিনই ঘটেনি। ঐ দপ্তরীখানা-বিদ্যালয়ের মধ্য থেকেই ফ্যারাডে তাঁর মূল লক্ষ্য জ্ঞানের প্রেরণা লাভ করেছিলেন। শিক্ষার প্রতি তাঁর আগ্রহ দেখে দপ্তরীখানার মালিক তাঁর প্রতি আকৃষ্ট হয়েছিলেন এবং তাঁকে উৎসাহ দেবার জন্য রয়্যাল সোসাইটিতে তখন

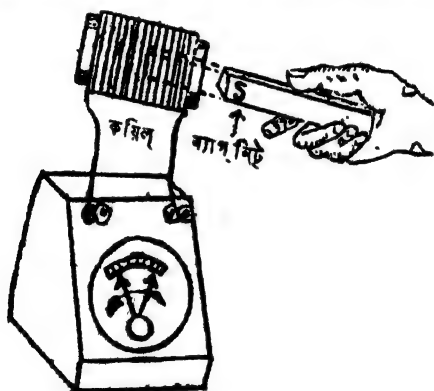
ডেভী বিজ্ঞান সম্বন্ধে যে সমস্ত বক্তৃতা দিতেন, তা গুনবার জন্য পরসাদি দিয়ে টিকিট কিনে দিতেন। এইভাবে ফ্যারাডেও যেতেন সেই সভাসমুপে, ডেভীর রসায়ন সম্বন্ধে বক্তৃতা শুনতেন আর তা নোট করে নিতেন। তাঁর ঐ নোট দেখে দপ্তরীখানার মালিক তাঁকে দিয়ে নোটগুলি ভাল ভাবে লিখিয়ে সংশোধনের জন্য ডেভীর কাছে পাঠিয়ে দিয়েছিলেন। ডেভী তাঁর নিজের বক্তৃতার অত সুন্দর নোট দেখে ১৮১৩ সালে ফ্যারাডেকে তাঁর ল্যাবরেটরী-এসিষ্টেন্ট হিসাবে গ্রহণ করেছিলেন।

অকস্মাৎ ঐ সুযোগ লাভে অসংখ্য সম্ভাবনায় উজ্জ্বল নতুন এই জীবন ফ্যারাডেকে অনুপ্রাণিত করে তুললো। তাঁদের মাঝে কাজ করে নিজেকে শিক্ষিত করে তোলাবার যে বিরাট সুযোগ ও সুবিধা তিনি পেলেন তাকে ফ্যারাডে পুরোপুরিভাবে গ্রহণ করলেন। বিশেষ করে গবেষণার কৌশল ও পদ্ধতি সম্পর্কে তাঁর দক্ষতা অদ্বুতভাবে বৃদ্ধি পেতে লাগলো।

এইভাবে সাত বছর কেটে যাবার পর ১৮২১ সালে ঘটনা-ক্রমে একদিন বৈজ্ঞানিক গুয়াল্ডান এলেন ডেভীর কাছে, রয়্যাল সোসাইটিতে। তাঁর হাতে ছিল এক গোছা তামার তার ও একটি চুম্বক সূচী। দুজনে মিলে পরীক্ষা শুরু করতে গিয়ে দেখতে পেলেন তারের মধ্য দিয়ে যখন বিদ্যুত-প্রবাহ চলে তখন ঐ চুম্বক-সূচীটি কাছে নিয়ে গেলেই তা বিক্ষিপ্ত হয়ে যায়। চুম্বক ও বিদ্যুত-প্রবাহ দুটি সম্পূর্ণ ভিন্ন ব্যাপার, কিন্তু নিশ্চয় এদের মধ্যে কোন সম্বন্ধ রয়েছে, তা না হলে এ ঘটনার উদ্ভব হবে কি করে? ডেভী ব্যাপারটি তো লক্ষ্য করে চলে গেলেন—কিন্তু বিষয়টি ফ্যারাডের মনে গভীর ভাবে

রেখাপাত করলো। তার মনে হলো বিদ্যুত-প্রবাহের সাথে চুম্বক-শক্তির যে সম্পর্ক, তা যদি সত্যি হয়, তবে নিশ্চয়ই চুম্বক-শক্তির সাহায্যে বিদ্যুত-প্রবাহকে প্রভাবিত করা যেতে পারে।—এই দার্শনিক ধারণা ফ্যারাডেকে অনুপ্রাণিত করলো। ফলে বিভিন্ন উপায়ে পরীক্ষা করতে করতেই ১৮৩১ সালের ১৭ই অক্টোবর—ডায়নামোর মূল নীতিটি তিনি আবিষ্কার করলেন।

পূর্বেই বলেছি একটি কয়েলের নিকট স্থায়ী চুম্বক (পারমানেন্ট ম্যাগনেট) আন্দোলিত করেই বৈদ্যুতিক শক্তি



ফ্যারাডের চিত্র

৫নং চিত্র - ফ্যারাডে আবিষ্কৃত ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন।

উৎপাদনের কৌশল উদ্ভূত হয়েছিল। কয়েল ও চুম্বক, এ দুয়ের মধ্যে যতক্ষণ আপেক্ষিক গতি থাকবে ততক্ষণ বৈদ্যুতিক প্রবাহও থাকবে। একেই বলা হয় ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন (Electromagnetic Induction)।

ধীরে ধীরে গবেষণার দ্বারা ফ্যারাডে ঐ দিক-পরিবর্তনকারী বৈদ্যুতিক প্রবাহকে একাভিমুখী ও স্থায়ী করে তোলেন এবং

২৮শে অক্টোবর হাতে-তৈরী একটি ডায়নামো প্রস্তুত করতে সমর্থ হন।

১৮৩৫ সালে ফ্যারাডে পুনরায় ইন্ডাকশন নিয়েই কাজ আরম্ভ করলেন, তবে এবারে আর প্রবাহ-বিদ্যুৎ জাতীয় ইন্ডাকশন নয়। স্থায়ী বিদ্যুৎ থেকে সে ইন্ডাকশন হয় তা নিয়েই এখন গবেষণা শুরু করলেন।

দুটি ব্যবধানযুক্ত পদার্থের মধ্যে যে ইন্ডাকশন হয় তা লক্ষ্য করতে গিয়ে ফ্যারাডে দেখতে পেলেন যে, পদার্থ দুটির ব্যবধান রচনাকারী বস্তুর ধর্মের উপরই ইন্ডাকশন নির্ভর করে অর্থাৎ পদার্থ দুটির মধ্যস্থলে যদি বায়ু থাকে তবে ইন্ডাকশনের ফলে যে চার্জ সৃষ্টি হবে, ঐ স্থানে অভ্র থাকলে অণু রকম অবস্থা দেখা দেবে। এই থেকেই ডাই-ইলেকট্রিক (Di-electric) শব্দটি তিনি সৃষ্টি করলেন।

(আজকের দিনে রেডিও, ইলেকট্রনিক এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক কাজে কন্ডেন্সার (Condenser) এর ব্যবহার অপরিহার্য। দুটি পরিবাহী (Conductor) পদার্থের মধ্যে কোন ডাই-ইলেকট্রিকের ব্যবধান থাকলেই তা কন্ডেন্সার হয়ে ওঠে। আর ডাই-ইলেকট্রিকের ধর্মের তারতম্যের উপর কন্ডেন্সারের ক্যাপাসিটি নির্ভর করে। (এ সম্বন্ধে পরে বিশদ ভাবে বর্ণনা করা হয়েছে) ডাই-ইলেকট্রিক সম্পর্কে মাইকেল ফ্যারাডের এই আবিষ্কার কন্ডেন্সার তৈরী ও ব্যবহারের পথ প্রস্তুত করেছিল।) তাই কন্ডেন্সারের একক (unit) কে ফ্যারাডের নাম অনুযায়ী “ফ্যারাড” বলা হয়।

মাইকেল ফ্যারাডে বিশ্ব-বিজ্ঞানের সম্মুখে এক নূতনতম দ্বার উন্মুক্ত করে ১৮৬৭ সালের ২৫শে আগস্ট বিপুল খ্যাতি ও সম্মানের মধ্য দিয়ে বিজ্ঞানজগত থেকে চিরবিদায় নিলেন।

কিন্তু ফ্যারাডের আবিষ্কৃত ঐ যে মাধ্যম (Medium) দ্বারা কয়েলদ্বয়ের (২নং চিত্রে অঙ্কিত) মধ্যে ইলেকট্রো-ম্যাগনেটের একটি প্রতিক্রিয়া (Electromagnetic effect)

সৃষ্টি হচ্ছিল, অর্থাৎ যে মাধ্যমের দ্বারা ঐ প্রথম করেলের বৈদ্যুতিক তরঙ্গ (Electrical waves) শূন্যের মধ্য দিয়ে দ্বিতীয় করেলে গিয়ে উপস্থিত হচ্ছিল সেটা যে কি, ফ্যারাডের তখন তা জানা ছিল না। সে তথ্য আবিষ্কার করেন একজন ইংরেজ বৈজ্ঞানিক জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল। (১৮৬৪ সাল থেকে ১৮৭১ সালের মধ্যে ম্যাক্সওয়েল অক্সফোর্ডের মধ্য দিয়ে প্রমাণ করেছিলেন যে, বিদ্যুত-চুম্বক-তরঙ্গ (Electromagnetic waves) বলে বিদ্যুতের ক্ষেত্রে একপ্রকার তরঙ্গ (Waves)



জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল

১৮৩১—১৮৭৯

আছে এবং ফ্যারাডে যার মধ্য দিয়ে ঐ ওয়েভসকে ট্রান্সমিট (Transmit) অর্থাৎ চালনা করেছিলেন, সেটা হলো “ঈথার” (Ether)।

তিনি লাইট ওয়েভসকে ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক ওয়েভসেরই উপাদান বলে বর্ণনা করে গেছেন। ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক ওয়েভসের অস্তিত্ব সম্বন্ধে তিনি এই যুক্তি দেখিয়েছিলেন যে, মানুষ যেমন

প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন ১৬ থেকে ১৬,০০০ সাইক্ল স্পন্দন (Frequency) যুক্ত শব্দকেই শ্রবণ করতে পারে এবং ১৬ সাইক্লের কম ও ১৬,০০০ সাইক্লের বেশী স্পন্দনযুক্ত শব্দের অস্তিত্ব বর্তমান থাকা সত্ত্বেও যেমন সে শব্দ মানুষের শ্রবণ-ইন্দ্রিয়



কোন প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি করতে পারে না (শ্রবণ করা যায় না)।  
তেমনি আলোকতরঙ্গ (Light Waves) ছাড়াও ঈথার  
সমুদ্রে একপ্রকার ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস (Electro-  
magnetic Waves) বর্তমান, যা মানুষের দৃষ্টিতে অবলোকন  
করা যায় না।

ম্যাক্সওয়েল এই ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসের গতির  
তুলনা করতে গিয়ে বলেছেন—“জলে ঢিল ফেললে যেমন  
ঢেউ উঠে—জগতজোড়া যে বিস্তৃত ঈথার-সমুদ্র আছে তাতে  
বেতারযন্ত্রও ঠিক সেই রকম বিদ্যুতের ঢেউ তুলতে থাকে।  
জলের ঢেউ সেকেন্ডে দু হাত চার হাত যায়, কিন্তু  
বিদ্যুতের ঢেউ (এ ক্ষেত্রে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস)  
সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল গতিতে ঈথার সমুদ্রের (শূণ্যের)  
মধ্য দিয়ে ছুটেতে থাকে। হিসাব করে দেখা গেছে, এত  
দ্রুত এই ঢেউগুলির গতি যে আমরা মুখে ‘ক’ উচ্চারণ  
করতে না করতেই এরা সমস্ত পৃথিবীকে সাড়ে সাত পাক  
ঘুরে আসে।

তাহলে মোটের উপর আমরা লাইট ওয়েভসকে এক  
প্রকার বিশেষ ধরনের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস বা  
ভাইব্রেশন (Vibration) বলে বর্ণনা করতে পারি যা  
সচরাচর আমাদের দৃষ্টিগোচর হয় (which affect our  
sense of sight) আর রেডিও ওয়েভসও এক প্রকারের  
ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ভাইব্রেশন যা, আমাদের দৃষ্টির গোচরী-  
কৃত হয় না। উভয় ওয়েভসেরই গতি সমান, কারণ  
উভয়েই প্রতি সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল গতিতে শূণ্যের মধ্য  
দিয়ে চলাফেরা করে, তবে কম্পন বা স্পন্দনহার তাদের সমান  
নয় (এদের প্রকৃত কম্পনহার পরে বলা হবে)।

বিদ্যুৎ সম্বন্ধে ম্যাক্সওয়েল এ-ও প্রমাণ করে গেছেন যে, লাইট ওয়েভস উৎপন্ন হয় ঈথারের পাশাপাশি কল্পনে এবং বিদ্যুত-প্রবাহ ও চুম্বক-শক্তি জন্মে ঈথারের ঘূর্ণিপাকে।

কিন্তু ম্যাক্সওয়েল তাঁর কোন আবিষ্কারই হাতেকলমে প্রদর্শন করে দেখাতে পারেন নি। তিনি তাঁর অঙ্কশাস্ত্রের মধ্য দিয়েই তাঁর মতবাদ সকল বৈজ্ঞানিককে মেনে নিতে



হাইনরিক রুডলফ হেরৎজ

১৮৫৭—১৮৭৪

বাধ্য করেছিলেন। ম্যাক্স-ওয়েলের এই অঙ্কশাস্ত্রের উপর নির্ভর করেই বিখ্যাত জার্মান প্রোফেসর হাইন-রিক রুডলফ হেরৎজ (Heinrich Rudolf Hertz) তাঁর নবনির্মিত বিদ্যুৎ-ক্ষুদ্র উৎসারক যন্ত্র (Electric Spark Discharger) দ্বারা ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভসের

অস্তিত্ব প্রমাণ করে গিয়েছেন, যা পরে রেডিও ওয়েভস বা হেরৎজীয়ান ওয়েভস (Radio Waves of Hertzian Waves) নামে পরিচিত হয়েছে। ঐ রেডিও ওয়েভস বা হেরৎজীয়ান ওয়েভসই প্রেরক-যন্ত্র (Transmitter) থেকে গান, বাজনা, আবৃত্তি প্রভৃতি বহন করে নিয়ে ঈথার সমুদ্রে (শূণ্যে) ডেউয়ের সৃষ্টি করতে সমর্থ হয়েছে।

ম্যাক্সওয়েলের ন্যায় হেরৎজের মতেও লাইট ওয়েভস ও

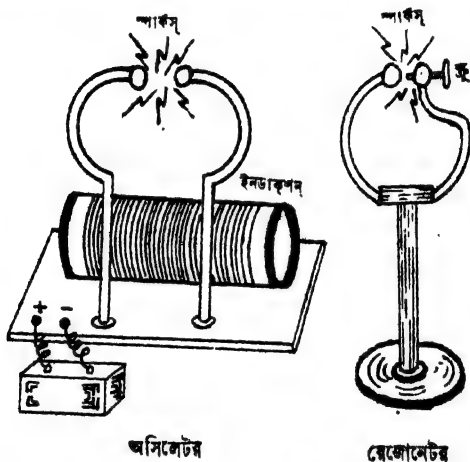
ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস একই ব্যাপার। তফাতের মধ্যে এই যে, লাইট ওয়েভসের ওয়েভগুলি (টেউগুলি) খুব ছোট, এক ইঞ্চিতে সেগুলি দেড় কোটি থেকে আড়াই কোটি পর্যন্ত পাশাপাশি থাকতে পারে। কিন্তু অপরটির এক একটা ওয়েভ প্রায় দুই ইঞ্চি থেকে আরম্ভ করে ১১০০০ গজের সমান।

হেরৎজ্, ঈথারের এই টেউ সৃষ্টি করার জন্য ৭নং চিত্রের বামদিকে অঙ্কিত চিত্রের ন্যায় খুব বড় একটা তার কুণ্ডলীর (ইন্ডাকশন কয়েল) ভিতর দিয়ে বিদ্যুত-প্রবাহকে চালাবার পর তাকে দুটো পিতলের বলে নিয়ে এলেন। এই বল দুটোর মাঝে খুব সামান্য ফাঁক রাখা হয়েছিল বলেই বজ্রের মতো আওয়াজে বৈদ্যুতিক স্কুলিঙ্গ ঐ দুটো বলের মধ্য দিয়ে চলাফেরা করতো। এই স্কুলিঙ্গের একটা ভয়ানক ধাক্কা খেয়েই ঈথার উঠতো কেঁপে, আর তারই ফলে ঈথারের মধ্যে একটা উঁচু-নীচু টেউয়ের সৃষ্টি হতো।

কিন্তু শুধু টেউয়ের সৃষ্টি করলেই তো আর চলবে না। সেগুলির অস্তিত্ব জানার উপায় কোথায়? জলের টেউ নদীর পার ভাঙ্গে, জলের উপরকার ভাসমান সব জিনিসকে ধাক্কা মেরে নাচায়। এগুলি যেমন চোখে দেখা যায়, তেমনি আবার বাতাসের যে টেউয়ে শব্দ হয়, তা কানের পর্দায় ধাক্কা দিলেই আমরা শব্দ শুনি—কাঁচের শাশি দেওয়া জানালাতে ধাক্কা দিলে কন্বন করে ওঠে। লাইট ওয়েভস বা আলোর টেউ সম্বন্ধেও ঐ একই কথা। আলোর টেউ চোখে এসে পড়লে আমরা আলো দেখি। কিন্তু এই বিদ্যুতের টেউয়ের (এ ক্ষেত্রে রেডিও ওয়েভস) পরিচয় পাওয়া যাবে কি করে? তাই হেরৎজ্ তাঁর আবিষ্কৃত টেউগুলির অস্তিত্ব

প্রমাণ করবার জন্য ডেউ ধরবার কঁাদ আবিষ্কারে মন দিলেন।

বহু পরীক্ষার পর ৭নং চিত্রের ডান পাশে অঙ্কিত চিত্রের জায়গায় আর একটি তারের বড় আংটা তৈরী করে তার শেষে দুই মাথার সংযোগ স্থানে সামান্য একটু (কাটা দাগের মত) কাঁক রেখে আগের যন্ত্রের কাছে এনে তিনি দেখতে



৭নং চিত্র—হেরৎজ্ আবিষ্কৃত অসিলেটরটি প্রেরক যন্ত্র ও রেজোনেন্টরটি গ্রাহক-যন্ত্র হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

পেলেন যে, ঠিকথারে যে বৈদ্যুতিকশক্তি সৃষ্টি করা হলো তারই খানিকটা এই আংটায় পড়ে ঐ কাটা কাঁকটির মাঝে চিত্রের জায়গায় ছোট স্ফুলিঙ্গের (স্পার্কস্) সৃষ্টি করছে। তিনি আরও লক্ষ্য করলেন যে তাঁর প্রেরক-যন্ত্র (বাম পাশে অঙ্কিত) ঐ আংটার মাঝে স্ফুলিঙ্গের সৃষ্টি করতে পারে না। ভাগ্যভাবে

স্কুলিঙ্গের সৃষ্টি করতে হলে প্রেরক-যন্ত্র অভূষায়ী গ্রাহক-যন্ত্রের ঐ তারের আংটাটি একটি নির্দিষ্ট মাপের হওয়া দরকার। অর্থাৎ প্রেরক-যন্ত্র থেকে প্রেরিত ওয়েভসগুলি যেমন কম-বাড়ে, তেমনি গ্রাহক-যন্ত্রের স্কুটিকে ঘুরিয়ে আংটার মাঝের ফাঁকটা কম-বেশী না করলে স্কুলিঙ্গ হয় না অর্থাৎ প্রেরিত ওয়েভসগুলি গ্রাহক-যন্ত্রে ধরা পড়ে না।

এইভাবেই (হেরৎজ ঐথার সমুদ্রের (শূণ্যের) মধ্য দিয়ে রেডিও ওয়েভসকে চালনা করতে সমর্থ হয়েছিলেন।) তিনি তাঁর প্রেরক-যন্ত্রকে “অসিলেটর” (Oscillator) এবং গ্রাহক-যন্ত্রকে “রেজোনেটর” (Resonator) নাম দিয়ে ছিলেন। ছবিতে আমরা রেজোনেটরকে অসিলেটর থেকে কিছু দূরে দেখতে পাচ্ছি। এ থেকে সহজেই বোঝা যায় যে, অসিলেটরের ঐ স্কুলিঙ্গকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসের সাহায্যে রেজোনেটরে একরকম লাফিয়েই যেতে হয়। এইভাবে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসের সাহায্যে এক স্থান থেকে অপর স্থানে যাওয়ার নামই ইন্ডাকশন (Induction)।

দুঃখের বিষয় হেরৎজের কার্য্য তাঁর গবেষণাগারেই সীমাবদ্ধ ছিল। তিনি তাঁর আবিষ্কারকে টেলিগ্রাফির কার্য্যে লাগাবার কোন ইঙ্গিতই পাননি। তবে একথা আমাদের স্বীকার করতেই হবে যে—“আজকের এই আধুনিক বেতার-যন্ত্রের আবিষ্কারের মূলে তাঁর ঐ ক্ষুদ্র পরীক্ষাই হলো পথ প্রদর্শক”।

পূর্বেই বলেছি হেরৎজ তাঁর আবিষ্কৃত রেডিও ওয়েভসকে হেরৎজীয়ান ওয়েভস নামে অভিহিত করেছিলেন। কেহ কেহ আবার “হেরৎজ” কথাটিকে ক্রিকোয়েলির ইউনিট (Unit

of Frequency) অর্থাৎ স্পন্দন হারের একক হিসাবে ব্যবহার করে থাকেন।

(হেরৎজ তাঁর পরীক্ষা সম্পন্ন করেছিলেন ১৮৮৮ সালে। কিন্তু ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসকে কার্যকরী ভাবে প্রয়োগ করেছিলেন ইতালীর একজন যুবক গুগ্লিয়েম্মো-মার্কনী (Guglielmo Marconi)।)

মার্কনী তাঁর যুবা বয়সেই ম্যাক্সওয়েল এবং হেরৎজের আবিষ্কার দ্বারা কি ভাবে দূরদেশে সংকেত পাঠান যেতে পারে তাই নিয়ে চিন্তা করতে লাগলেন।

তিনিও তাঁর পরীক্ষার মধ্য দিয়ে প্রমাণ করলেন যে, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস সাধারণ লাইট ওয়েভসের অনেকখানি বিষয় অধিকার করে আছে। কারণ উভয়েই সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল গতিতে চলে। কিন্তু ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস, লাইট ওয়েভস অপেক্ষা দৈর্ঘ্যে অনেকখানি বড়।



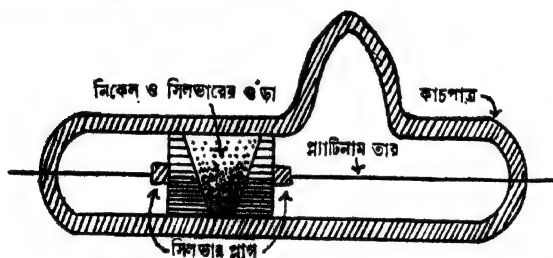
গুগ্লিয়েম্মো মার্কনী

১৮৭৪—১৯৩২

(১৮৯৪ সালে তিনিই প্রথম ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস দ্বারা শূন্যের মধ্য দিয়ে অর্থাৎ ঈথারে ডেউ সৃষ্টি করে কয়েক মাইল পর্যন্ত সংকেত পাঠাতে সক্ষম হয়েছিলেন।)

১৮৯৫ সালে ২২ বৎসর বয়সে যুবক মার্কনী বোলোনাতে

অবস্থিত পিতৃগৃহে তাঁর প্রথম পরীক্ষা আরম্ভ করলেন। হেরৎজের আবিষ্কৃত রেজোনেটর নিয়ে পরীক্ষা করতে গিয়ে তিনি দেখতে পেলেন যে, রেজোনেটরে অবস্থিত আংটার যে দুটো মাথার ফাঁক দিয়ে বিদ্যুতের ঐ স্ফুলিঙ্গ চলাফেরা করে তার একটার সঙ্গে লম্বা খানিকটা তার সংযুক্ত করে মাটির নীচে পুঁতে দিয়ে এবং আর একটা মাথাকে মাস্তুলের মতো করে আকাশের দিকে খাড়া করে লাগিয়ে দিয়ে প্রেরক ও গ্রাহক-যন্ত্র অর্থাৎ অসিলেটর ও রেজোনেটরের মধ্যে বেশ খানিকটা ব্যবধান সৃষ্টি করলে পূর্বের স্থায় একই বিদ্যুত-স্ফুলিঙ্গ (স্পার্কস) পাওয়া যায়।



৯নং চিত্র—মার্কনী নির্মিত কোহিয়ারের চিত্র।

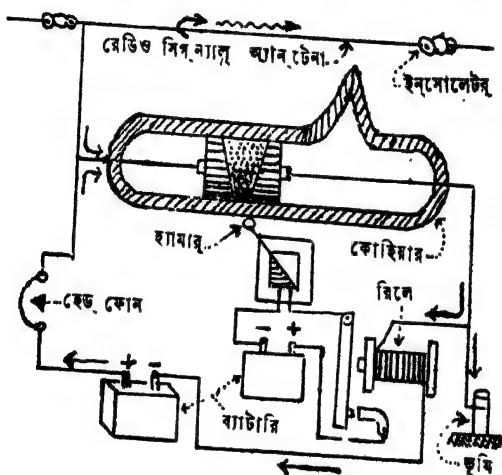
তাঁর বৈজ্ঞানিক যন্ত্রের মধ্যে তারযুক্ত টেলিগ্রাফিতে ব্যবহৃত বিখ্যাত মোরস্-কি (Morse-Key) ছিল একটি এক্সাইটার (Exciter) এবং একটি কোহিয়ার (Coherer)।

৯নং চিত্রের স্থায় একটি কাচ-নলের মধ্যে কতকগুলি ধাতব কুচি রেখে এবং কাচনলের দুই প্রান্ত দিয়ে দুটি তার ঐ ধাতব কুচির মধ্যে প্রবিষ্ট করিয়ে মার্কনী তার কোহিয়ার যন্ত্র নির্মাণ করেছিলেন।

এই কোহিয়ার যন্ত্রে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস প্রবিষ্ট

করাবার জন্য, একটি তার শূণ্যে উত্তোলন করে কোহিয়ারের এক প্রান্ত ঐ উত্তোলিত তারে এবং অপর প্রান্ত ভূমিতে সংযোগ করেছিলেন। এই উত্তোলিত তারের নাম দিয়েছিলেন এ্যান্টেনা বা এরিয়াল (Antenna or Aerial)।

১০নং চিত্রে অঙ্কিত কোহিয়ার-সার্কিটের এরিয়ালের দিক থেকে দেখতে গেলে দেখা যাবে কোহিয়ারটি এরিয়াল,



১০নং চিত্র—একটি কোহিয়ার যুক্ত সার্কিট।

ছাড়াও আর একটি রিলের (Relay) সহিত সংযুক্ত। কান-নলের মধ্যস্থিত ধাতব কুচিগুলি যখন আক্লাভাবে থাকে, তখন রিলে ও হেডফোনের মধ্য দিয়ে খুব কম কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কিন্তু যখন সঙ্কেত (Signal) এসে এরিয়ালে উপস্থিত হয়



ঊন্থন কোহিয়ারের মধ্য দিয়ে তা প্রবাহিত হওয়ায় ফলে ঐ ধাতব কুচিগুলি সঙ্কেত অনুযায়ী সাজিয়ে যায় এবং আগের ভুলনার অনেক বেশী কারেন্ট রিলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে রিলেকে কাজ করবার শক্তি দেয় এবং হেডফোনের মধ্যে একটি “ক্লিক” শব্দের সৃষ্টি করে। চিত্রে তীরচিহ্ন দ্বারা তা দেখান হয়েছে।

এই কারেন্ট রিলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে রিলের আরমেচারটিকে টেনে ধরে এবং চিত্রের স্থায় দুটি সংযোগকে যুক্ত করে দেয়। তারপর লোক্যাল কারেন্ট (Local current) অর্থাৎ ব্যাটারী থেকে ইলেকট্রিক কারেন্ট, রিলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে হাতুড়ীর (হামার) সাহায্যে কাচ-নলের উপর সামান্য আঘাত করে। ফলে ধাতব কুচিগুলি পূর্বের স্থায় আকৃতি হয়ে যায় এবং পরবর্তী সঙ্কেত প্রবাহের জন্য প্রস্তুত হতে থাকে।

মার্কনীর প্রেরকযন্ত্রটি ছিল একটি ইন্ডাকশন কয়েল, (Induction coil) যা থেকে ইলেকট্রিক স্কুলিঙ্গগুলি দুটি বলের মধ্য দিয়ে চলাচল করে। আর দুটির একটি এরিয়াল ও অপরটি ভূমির সহিত সংযুক্ত থাকে।

মার্কনী তাঁর আবিষ্কার ইতালীয়ান গভর্নমেন্টের সম্মুখে প্রদর্শন করতে আগ্রহান্বিত হন নি। তাই তিনি ১৮৬৯ সালে ইংলণ্ডে গিয়ে ব্রিটিশ ডাক বিভাগের কন্ট্রোলারের সম্মুখে তাঁর আবিষ্কার প্রদর্শন করে ইংলিশ টেলিগ্রাফি

প্রথার নায়ক স্যার উইলিয়াম প্রিস-এর অমুমোদন প্রাপ্ত হন এবং বেতার টেলিগ্রাফি প্রবর্তনের অমুমতি লাভ করেন।

পুনরায় তিনি উন্নতির জন্য কাজ আরম্ভ করেন এবং কিছুদিনের মধ্যে একটি বড় আকারের ইন্ডাকশন কয়েল প্রস্তুত করে আকাশস্থ বৃষ্টির সাহায্যে প্রেরক ও গ্রাহক যন্ত্রেব (রিসিভার ও ট্রান্সমিটার) এরিয়ালকে আরও উচ্চ উত্তোলন করে দীর্ঘ নয় মাইল পর্য্যন্ত সঙ্কেত প্রেরণ করতে সক্ষম হয়েছিলেন। ১৮৯৭ সালের জুলাই মাসে ইতালীর গভর্ন-মেন্টের সম্মুখে ওই আবিষ্ক্রিয়া পুনরায় প্রদর্শন করে তিনি দীর্ঘ বার মাইল দূরে অবস্থিত যুদ্ধ জাহাজের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করেন। ফলে, লাইট-হাউস ও জাহাজগুলির মধ্যে বেতার যন্ত্র স্থাপনের পরিকল্পনা হয় এবং যন্ত্রপাতি নির্মাণেরও ব্যবস্থা করা হয়।

এবার একজন বাংলার শ্রেষ্ঠ বৈজ্ঞানিকের পরিচয় দিয়ে আমার বেতারের জন্মকথা শেষ করবো।

(বেতারের জন্মদাতা কে? এ প্রশ্ন উঠলে সকলেই মার্কনীকে উল্লেখ করে থাকেন। কিন্তু তাঁর আগেও একজন বাঙ্গালী বৈজ্ঞানিক, আচার্য্য জগদীশ চন্দ্র বসু এ বিষয়ে বিশেষ সাফল্য লাভ করেছিলেন। তিনিও বেতার-তরঙ্গ (রেডিও ওয়েভল) প্রেরণ ও গ্রহণ সম্পর্কে গবেষণা করে সঙ্কেত প্রেরণে সমর্থ হয়েছিলেন।

তাঁর এই আবিষ্কার, মার্কনীর আবিষ্কারের বহু পূর্বে সাধিত হয়েছিল। মার্কনীর এই সাকল্যের পিছনে একমাত্র যুক্তিসঙ্গত কারণ হিসাবে দেখা যায় যে, তিনিই প্রথম রেডিও ওয়েভসকে দূরদেশে প্রেরণ করতে সমর্থ হয়েছিলেন। আচার্য্য জগদীশ চন্দ্রের আবিষ্কৃত তথ্যগুলিই মার্কনীর আবিষ্কারের পথ প্রস্তুত করে দিয়েছিল।



আচার্য্য জগদীশ চন্দ্র বসু

১৮৫৮—১৯৩৭।

১৮৯৪ সালে আচার্য্য জগদীশ চন্দ্র বসু প্রেসিডেন্সী কলেজে পরীক্ষার জন্য একটি ঘরে রেডিও ওয়েভসের সৃষ্টি করে পাশের ঘরে অবস্থিত একটি ছোট মাইনকে এই ওয়েভসের সাহায্যে ফাটিয়ে কেলেতে সক্ষম হয়েছিলেন। ১৮৯৫ সালে ইংলণ্ডের রয়্যাল সোসাইটিতে রেডিও ওয়েভস প্রেরণ ও গ্রহণের পদ্ধতি তিনিও প্রদর্শন করেছেন। কিন্তু দুঃখের বিষয়

মার্কনীর আবিষ্কারের ফলে ইউরোপ ও আমেরিকার কোন পুস্তকে আচার্য্য জগদীশ চন্দ্রের আবিষ্কারের তেমন কিছু উল্লেখ নাই। তাঁর প্রেরক যন্ত্রটি ছিল একটি বাজ্জার (Buzzer) এবং গ্রাহক যন্ত্রটিও কোহিয়্যার নামে পরিচিত। তখনও ভাল্ভ (Valve) আবিষ্কৃত হয় নি ও কুণ্ডালের গুণাগুণের সঙ্গেও এত ঘনিষ্ঠ পরিচয় ঘটেনি। আচার্য্য জগদীশ চন্দ্র বসু যেন বিশ্বের জ্ঞানভাণ্ডারে নিঃস্বার্থভাবে তাঁর সৃষ্ট সম্পদকে উপহার দিয়ে গেছেন। বেতার বিজ্ঞানের গবেষণাই শেষ পর্য্যন্ত তাঁর চিন্তাকে সূক্ষ্মভূত্বসম্পন্ন করে তোলে এবং পরবর্ত্তীকালে মুখ-বধিরদের আহ্বানে তাঁর হৃদয় সাড়া দেয় এবং বেতার বিজ্ঞানের ক্ষেত্র থেকে তিনি চিরবিদায় গ্রহণ করেন।



### Test Questions

1. *Who was probably one of the first to make discoveries relating to radio ?*
2. *What is the unit of condenser ? Why is it so called ?*
3. *Who is the first designer of our present-day electric motors and generators ?*
4. *Give the name of the scientist, who worked out mathematically the existence of electromagnetic waves.*

5. *In which and why do radio waves differ from light waves ? In what respect are the two kinds of waves exactly the same ?*
  6. *What is the actual velocity of radio waves ?*
  7. *What is the approximate length of audio frequency waves which man can hear ?*
  8. *Who made the first physical demonstration of the actual existence of electromagnetic waves ?*
  9. *Describe briefly the "Coherer" as used by Marconi.*
  10. *Name the first demonstrators, who have send the signal through space.*
  11. *Describe Electromagnetic Induction.*
  12. *What did Marconi discover about the Hertz 'Resonator' ?*
  13. *What did Marconi do to increase the distance between the resonator and oscillator ?*
  14. *Name the medium, by which Faraday transmitted his signal.*
  15. *Name the principle of the transference of electric energy by electromagnetic waves.*
-

## দ্বিতীয় অধ্যায়



### প্রাথমিক তথ্য

রেডিও (বেতার) সম্বন্ধে জ্ঞান রাখতে গেলেই তার প্রাথমিক তথ্যগুলি ভালভাবে জানা দরকার, যেমন গাছ রোপন বা বাড়ী নির্মাণে দরকার ভালভাবে ভিত্তিস্থাপন, সেই রকম বেতারের বেলাও প্রাথমিক তথ্যগুলি ভালভাবে জানা চাই।

রেডিও বিশারদের কাজ অনেকটা ডাক্তারী কাজের মত। মোটর কিংবা অন্ত কোন ইঞ্জিনীয়ারিং-এর কাজের দোষ চোখে দেখে নির্ণয় করা যায়। কিন্তু বেতার যন্ত্রের দোষ নির্ণয় করতে গেলেই ইঞ্জিনীয়ারদের বেতার তথ্যের উপর নির্ভর করতে হয়, যেমন রোগীর রোগ নির্ণয় করতে গেলেই ডাক্তারকে মনুষ্যদেহের কার্যকারীতার উপর নির্ভর করতে হয়—চোখে দেখে রোগ নির্ণয় করা যায় না। তাই প্রথমেই বেতারের প্রাথমিক তথ্যগুলির বিষয় আলোচনা করবো।

**ইলেক্‌ট্রিসিটি ও রেডিওর মধ্যে পার্থক্য** (The difference between Electricity and Radio)—ইলেক্‌ট্রিসিটি অর্থাৎ তড়িৎ এক প্রকারের শক্তি, যে শক্তি কেবল তারের মধ্য দিয়েই প্রবাহিত হয়ে ক্রিয়ামূলক হয়। এই শক্তিকে আমরা আলোতে (Light) পরিণত

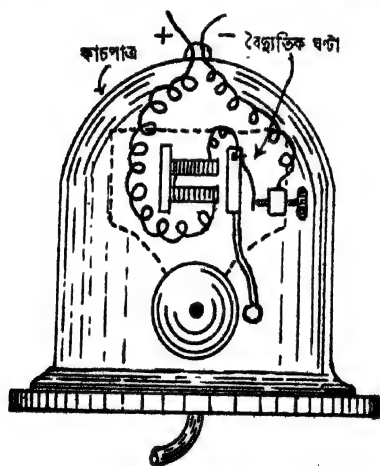
করতে পারি, উত্তাপ (Heat) রূপে রূপান্তরিত করতে পারি ও এর দ্বারা মোটর বা অগ্ন্যাগ্ন যন্ত্রপাতি চালনা করতে পারি। আর রেডিও অর্থাৎ বেতার শক্তি বা বেতার-তরঙ্গ শূন্যের (ঈথারের) মধ্য দিয়েই প্রবাহিত হয় এবং তারের সাহায্য ব্যতিরেকেই কাজ করে। আবার এই বেতার-তরঙ্গের (রেডিও ওয়েভসের) উৎপত্তি হয়—ইলেকট্রিসিটিরই সাহায্যে। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, বিনা ইলেকট্রিসিটিতে বেতারের পরিচালনা অসম্ভব। কারণ, ইলেকট্রিসিটি হতে উৎপন্ন ও ঈথারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসের সাহায্যে দূর দেশের সহিত সংযোগ সাধনের নামই রেডিও (Radio)।

ঈথার (Ether)—ঈথারের কথা হয়তো পূর্বের অনেকেই শুনে থাকবেন। কিন্তু আমি যে ঈথারের কথা বলছি এ ঈথার সে ঈথার নয়—যে ঈথার চিকিৎসকেরা রোগীকে অজ্ঞান করায় জন্তু ব্যবহার করে থাকেন। এ ঈথার সেই ঈথার, যা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসকে শূন্যের মধ্য দিয়ে বহন করে নিয়ে যায়।

ঈথারের প্রকৃত বর্ণনা দেওয়া সম্ভব নয়, কারণ, আজ পর্যন্ত কেউ এর প্রকৃত বর্ণনা দিতে সক্ষম হননি। তাই ব্যবহারিক দিক দিয়েই এর প্রকৃতি সম্বন্ধে পরিচয় দেবার চেষ্টা করবো।

কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের সহিত আমাদের

পরিচয় আছে। এখন ধরে নেওয়া যাক যে, একটি কাচ-পাত্রের মধ্যে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের কোনটাই নাই, এমন কি বায়ু পর্য্যন্ত বের করে নেওয়া হয়েছে এবং কাচ পাত্রটির চারিদিক ভালভাবে বন্ধ করে দেওয়া হয়েছে। এইরূপ অবস্থায় যদি জিজ্ঞাসা করা হয়, এই কাচপাত্রটির মধ্যে কি আছে? সকলেই হয়ত বলবেন কিছুই নাই, কেবল



১২নং চিত্র বায়ুশূন্য কাচপাত্রের মধ্যে একটি বৈদ্যুতিক ঘণ্টা বসান হয়েছে।

ভ্যাকুয়াম ( Vacuum ) সৃষ্টি করা হয়েছে। কিন্তু আমি তাদের সংশোধন করে বলবো ঐ কাচপাত্রের মধ্যে ঝাঁঝ আছে আর কিছুই নাই।

এখন প্রশ্ন উঠতে পারে যে, ঝাঁঝ কি?—তাই যদি জানতে



না পারি, তবে কি করে তার অস্তিত্ব সম্বন্ধে জানতে পারবো ? আমরা ঈধার সম্বন্ধে জানতে পারবো পরীক্ষার মধ্য দিয়ে, পরীক্ষার ফলাফল লক্ষ্য করে। উদাহরণস্বরূপ, যদি ১২নং চিত্রের স্থায় ঐ বায়ুশূণ্য কাচপাত্রটির মধ্যে একটি বৈদ্যুতিক ঘণ্টা রেখে তা বাজান যায়, তা হলেই দেখা যাবে, কোন শব্দই আমরা শুনতে পাব না। এ থেকে এই সিদ্ধান্ত করা যায় যে, বায়ুর অনুপস্থিতিতে কোন শব্দই উৎপন্ন হতে পারে না, বায়ুর কম্পন থেকেই শব্দের সৃষ্টি।

বৈদ্যুতিক ঘণ্টার পরিবর্তে ঐ বায়ুশূণ্য কাচপাত্রের মধ্যে যদি একটা বেতার-প্রেরক যন্ত্র (Radio Transmitter) রাখা যায়, তাহলে দেখতে পাব, উন্মুক্ত স্থানে থাকা অবস্থায় যেরকম বেতার-তরঙ্গ (Radio Wave) পাওয়া যায়, কাচপাত্রের মধ্যে বদ্ধ থাকা অবস্থাতেও ঠিক সেইরূপ বেতার-তরঙ্গ পাওয়া যায়। অতএব এই সিদ্ধান্ত করা যায় যে, বেতার-তরঙ্গের অর্থাৎ ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস বা রেডিও ওয়েভস-এর বিস্তৃতি বায়ুর উপর নির্ভর করে না। এর বিস্তৃতি এমন এক পদার্থের উপর নির্ভর করে, যে পদার্থ বায়ুশূণ্য কাচপাত্রের মধ্যে আবদ্ধ থাকে এবং আমাদের কাছে ঈধার নামে পরিচিত।

তা হলে এখন আমরা এই বলতে পারি যে—ঈধার এমন এক পদার্থ যা কঠিন নয়, তরল নয়, বায়বীয়ও নয়, ~~ক~~ এমন কোন জিনিষই নয়, যা স্বাভাবিক চোখে অবলোকন

করতে পারি বা স্পর্শে অনুভব করতে পারি।" আবার একেবারে শূন্য বলে কোন জিনিষই নাই, কারণ ঐধারকে বার করে দ্বিগুণে শূন্যের সৃষ্টি করা সম্ভব নয়।

বৈজ্ঞানিকদের মতে বিশ্বের প্রতিটি অংশে ও তারকাদের



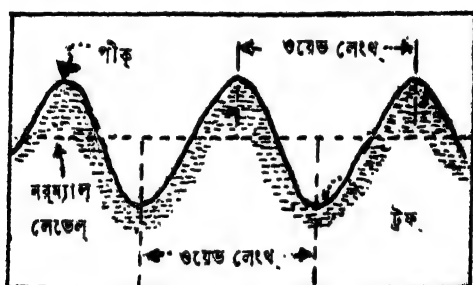
১৩নং চিত্র—স্থির জলে ঢিল ফেললে জলের মধ্যে এক প্রকার ঢেউ বা ওয়েভসের সৃষ্টি হয় এবং নিক্ষিপ্ত স্থানটিকে পয়েন্ট অব ডিসটারবেন্স বলা হয়।

আদিম রাজ্যে, এমন কি একটি জড় পদার্থের দুইটি পরমাণুর মধ্যেও ঐধারের অস্তিত্ব আছে।

**ওয়েভ লেংথ্ (Wave length)**—রেডিতে থিওরীতে এমন অনেক জিনিষ আছে যা নোজানুজিভাবে বর্ণনা করা

চেয়ে কোন কিছুই সঙ্গে তুলনামূলকভাবে বর্ণনা করলে বুঝতে সুবিধা হয়। তাই সহজভাবে বুঝাবার জন্য এক্ষেত্রে আমি রেডিও ওয়েভস্কে জলের ঢেউয়ের সঙ্গে তুলনা করবো।

স্থির জলে যদি একটা ভারী কিছু নিক্ষেপ করা যায়, তাহলে লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব, প্রথমে জলের মধ্যে একটি আলোড়নের সৃষ্টি হয়, ফলে ঢেউয়ের সৃষ্টি হয়ে ১৪নং চিত্রের ন্যায় ক্রমশঃ তা বড় হতে হতে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। জলের যে স্থানটিতে ঢিলটি আলোড়নের সৃষ্টি



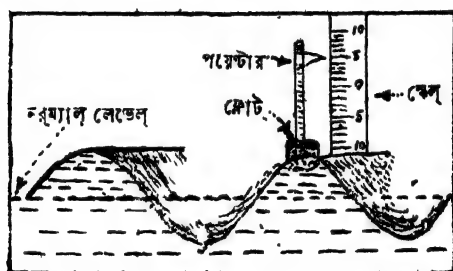
১৪নং চিত্র—এখানে ওয়েভগুলিকে বৃহৎ আকারে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

করে, তাকে বলা হয় পয়েন্ট অব ডিস্টারবেন্স। এই ঢেউয়ের ফলে ১৪ নং চিত্রের ন্যায় জল প্রথমে তার উপরস্থ সমতলভাগ থেকে প্রয়োজন মত উপরে ওঠে, আবার উপরস্থ সমতলভাগ থেকে প্রয়োজন মত নীচের দিকে নামে; অর্থাৎ ঢেউ যদি জলের উপরিভাগ থেকে দুই ইঞ্চি উপরে ওঠে, পর মুহূর্তে তা ঠিক দুই ইঞ্চি নীচের দিকে

নামে। এইভাবে জলের মধ্যে তরঙ্গের সৃষ্টি হয়। এই তরঙ্গকে বিজ্ঞানের ভাষায় ওয়েভস্ ( Waves ) বলা হয়। আবার ওয়েভসের সর্বোচ্চ বিন্দুকে বলা হয় ক্রেস্ট ( Crest ) বা পিক্ ( Peak ) এবং সর্ব নিম্ন বিন্দুকে বলা হয় ট্রাফ্ ( Trough ) বা সাইন্ ( Sine )। এই ক্রেস্ট ও ট্রাফ্ এর দ্বারাই ওয়েভসের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ এক ক্রেস্ট থেকে পরবর্তী ক্রেস্টের মধ্যে যে দূরত্ব অথবা এক ট্রাফ্ থেকে পরবর্তী ট্রাফের মধ্যে যে দূরত্ব তাকেই বলা হয় ওয়েভ লেংথ্ ( Wave Length )। এই ওয়েভ লেংথকে সহজ ভাষায় বুঝাবার জন্য গ্রীকদেশীয় ভাষা ল্যামডা (  $\lambda$  ) এই সাক্ষেতিক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।

**ওয়েভ লেংথের পরিমাপ (Size of wave length)—**  
জলে নাড়া দিলে ঢেউ উঠে এ কথা আগেই বলেছি। চোখে দেখা যায়, সেই ঢেউ সর্ব সর্ব করে জলের উপরিভাগ বেয়ে চলেছে, আর ছড়িয়ে পড়ছে। এখন যদি একবার নাড়া দিয়ে থেমে না গিয়ে বার বার নাড়া দিতে থাকি তবে পর পর এক একটি ঢেউয়ের সারি চলতে থাকবে। যদি দশ বার নাড়া দিই তো জলে দশটি ঢেউ উঠবে। যদি সেকেন্ডে দশ বার নাড়া পড়ে তবে প্রথম ঢেউটি যখন দশ ফুট দূরে গিয়ে পৌঁছবে তখন তার পিছনে আর ৯টি ঢেউ সারি দিয়েছে, অর্থাৎ দশ ফুটের মধ্যে দশটি ঢেউ সৃষ্টি হয়েছে। এক্ষেত্রে একটি ঢেউয়ের দৈর্ঘ্য ১ ফুট।

**র‍্যামপ্লিচুড্ ( Amplitude )**—একটি ফাৎনার সহিত যদি একটি পয়েন্টার বা ইণ্ডিকেটর ( Indicator ) সংযুক্ত করে ১৫নং চিত্র অনুযায়ী জলে ভাসিয়ে দেওয়া হয় তাহলে দেখা যাবে, যখন জলটি স্থির অবস্থায় থাকে, তখন কাঁটা বা পয়েন্টারটি শূণ্যের ( Zero ) ঘরে আছে। কিন্তু যখন ঢেউ এসে ফাৎনাটির কাছে পৌঁছায় তখনই কাঁটাটি ঢেউ অনুযায়ী প্রথমে শূণ্যের উপর দিকে ও পরে নীচের দিকে নেমে

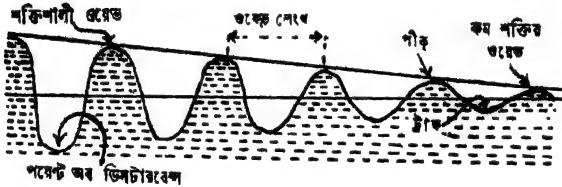


১৫নং চিত্র—ওয়েভসের র‍্যামপ্লিচুডকে সহজ ভাবে বুঝাবার জন্য জলে ভাসমান একটি ফাৎনাযুক্ত পয়েন্টারকে তুলনামূলক ভাবে দেখান হয়েছে।

আবার শূণ্য বিন্দুতে এসে দাঁড়ায়। এখন যদি দেখা যায়, কোন একটি ঢেউ-এর বেলায় কাঁটাটি শূণ্য থেকে দশ পর্য্যন্ত উঠলো, আবার ঠিক পরের ঢেউ বা ওয়েভস্-এর বেলায় পাঁচ বিন্দু পর্য্যন্ত উঠলো, তবে এর থেকে বুঝা যায় যে, দ্বিতীয় ঢেউটি প্রথম ঢেউ অপেক্ষা কম শক্তিশালী। টেকনিকের ভাষায় একে বলা হয়—দ্বিতীয় ওয়েভের **র‍্যামপ্লিচুড্ ( Amplitude )** প্রথম ওয়েভসের র‍্যামপ্লিচুড্ অপেক্ষা কম।

এখানে মনে রাখা দরকার যে, ১৬নং চিত্রের ক্ষার ওয়েভের দৈর্ঘ্য (ওয়েভ লেংথ) সমান হতে পারে কিন্তু স্যামপ্লিচুডের পার্থক্য থাকে। তা হলে এখন দেখা যাচ্ছে জলের উপরস্থ সমতল ভাগ (normal level) থেকে ক্রেস্টের উচ্চতার দূরত্বকেই স্যামপ্লিচুড বলা হয়।

স্থির জলে ঢিল নিক্ষেপ হওয়ার ফলে ওয়েভসের প্রকৃত রূপকে এই চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পয়েন্ট অব ডিসটারবেন্স থেকে ওয়েভসগুলি যত দূরবর্তী হয় ততই তাদের লেংথ সব সময়েই সমান থাকে।



১৭নং চিত্র—স্যামপ্লিচুডের শক্তির পার্থক্য দেখান হয়েছে।

শক্তি কমে আসে ও স্যামপ্লিচুডের পার্থক্য হয় কিন্তু ওয়েভ লেংথ সব সময়েই সমান থাকে।

জলের ঢেউ সম্বন্ধে আর একটি জিনিষ বলে রাখি। একটা কর্ক (Cork) যদি জলের উপর ভাসিয়ে দেওয়া যায় তা হলে দেখতে পাওয়া যাবে জলের ঢেউ অনুসারে কর্কটি একবার উপরে আবার नीচে নামছে। কিন্তু লক্ষ্য করলে দেখতে পাব কর্কটি তার নিশ্চিষ্ট স্থানেই রয়েছে। এই থেকে প্রমাণ হয় যে, জল নিজে তার ঢেউয়ের সঙ্গে এগিয়ে

যায় না। ১৭নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, খুঁটিতে বাধা একটি দড়ির অপর প্রান্ত ধরে নাড়া দেওয়ার ফলে একপ্রকার পার্শ্বগতির সৃষ্টি হচ্ছে এবং তা সামনের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে। দড়ি কিন্তু একই স্থানে বাঁধা আছে। টেকনিকের ভাষায় একে বলা হয় ভাইব্রেশন বা অসিলেশন (Vibration or Oscillation)।

রেডিও ওয়েভসের গতিবেগ—(Velocity of Radio Waves)—রেডিও ওয়েভসকে পূর্বের আমরা জলের ও দড়ির



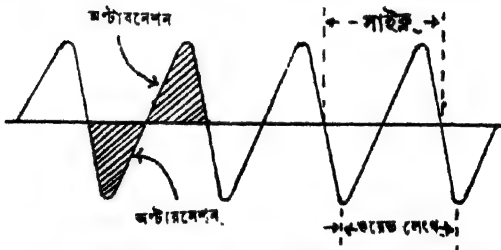
১৭নং চিত্র—এখানে ভাইব্রেশন বা অসিলেশনকে দড়ির সাহায্যে দেখান হয়েছে।

ওয়েভসের সঙ্গে তুলনা করলেও তারা কখনই এক নয়—কেবল বুঝাবার সুবিধার জন্যই তা দেখান হয়েছিল।

রেডিও ওয়েভস স্থিতির মধ্য দিয়ে প্রথমে অর্ধবৃত্তাকারে ও পরে লম্বাভাবে পৃথিবীর উপর দিয়ে প্রবাহিত হয়। পূর্বেরই বলা হয়েছে, রেডিও ওয়েভস (বেতার তরঙ্গ) লাইট ওয়েভসের (আলোক তরঙ্গের) অনুরূপ আর তার গতিবেগ (Velocity) আলোকের গতিবেগের সমান। অর্থাৎ সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল ও ৩০০,০০০,০০০ মিটারের কাছাকাছি এর প্রকৃত গতিবেগ হলো সেকেন্ডে ২৯৯,৭৭০,৮৬৪.৬২৮)

মিটার। কিন্তু বেতারের কাজের সুবিধার জন্য প্রথম সংখ্যাকেই ধরা হয়)।

রেডিও ওয়েভসের গতিবেগ যেমন প্রচণ্ড—সেকেন্ডে ৩০০ \* মিলিয়ান মিটার—তেমনি দ্রুত হয়ে থাকে এদের স্পন্দন। এক সেকেন্ডে এরা সমস্ত পৃথিবীকে সাড়ে সাত বার ঘুরে আসে। তা হলে দেখা যাচ্ছে পৃথিবী ও চন্দ্রের মধ্যে যে ২,৩৮,৮৪০ মাইল দূরত্ব আছে, তা পার হতে হলে এদের দেড় সেকেন্ডের বেশী সময় লাগবে না—এত দ্রুত এদের গতি।




১৮নং চিত্র—ওয়েভসের ফ্রিকোয়েন্সিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

**ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency)**—১৮নং চিত্রে রেডিও ওয়েভস্কে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ওয়েভস্-এর মধ্যে যে সমান্তরাল রেখা টানা হয়েছে, সেটাকে বলা হয় সেকেন্ড অব্ টাইম অর্থাৎ এক সেকেন্ডে ওয়েভস্-এর দূরত্ব। ঐ সমান্তরাল রেখার উপরের দিককে বলা হয় পজিটিভ

\* দশ লক্ষ মিটারে এক মিলিয়ান মিটার হয়। এক্ষেত্রে ৩০০ মিলিয়ান মিটার হচ্ছে ৩০০,০০০,০০০ মিটারের সমান।



অণ্টারনেশন্ (Positive alternation) এবং নীচের দিককে বলা হয়, নেগেটিভ অণ্টারনেশন্ (Negative alternation)।

রেডিওতে ওয়েভস্কে অনেক সময় সাইক্লস্ (Cycles) বলা হয়। একটি পজিটিভ্ আর একটি নেগেটিভ্ দিক নিয়েই এক একটি সাইক্ল-এর সৃষ্টি। সাইক্লকে সহজ ভাষায় বুঝাবার জন্য  এই সঙ্কেতিক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। আবার এক সেকেন্ডে উৎপন্ন সাইক্ল সমষ্টি নিয়েই ক্রিকোয়েন্সির সৃষ্টি।

**ওয়েভস্‌সের গণনা (Calculation of Waves)—**

আমরা জানি, রেডিও ওয়েভস্‌-এর গতিবেগ অর্থাৎ ভেলোসিটি (Velocity) সব সময়েই সমান থাকে। হিসাব নিলে দেখা যাবে টেউটি নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট দূরত্বে পৌঁছায় এবং টেউটি যদি এক সেকেন্ডে ২০ ফুট বিস্তারে পৌঁছায় তবে ২ সেকেন্ডে ৪০ ফুট ও ৩ সেকেন্ডে ৬০ ফুট বিস্তারে পৌঁছাবে। তাহলে এক্ষেত্রে বলতে পারি, টেউগুলির নির্দিষ্ট গতিবেগ আছে এবং সে গতিবেগ হচ্ছে প্রতি সেকেন্ডে ২০ ফুট। এখন যদি সেকেন্ডে ২০ বার জলে নাড়া দিই তাহলে ২০ ফুটের মধ্যে ২০টি টেউএর সৃষ্টি হবে এবং এক একটা টেউএর দৈর্ঘ্য হবে ১ ফুট। যদি ৪০ বার জলে ক্পন বা স্পন্দন হয় তবে ২০ ফুটের মধ্যে ৪০টি টেউয়ের সৃষ্টি হবে, ফলে তরঙ্গের দৈর্ঘ্য (ওয়েভলেংথ) হবে ১ ফুট।

এখন বুঝা গেল, রেডিও গতিবেগ নির্দিষ্ট, সেই হেতু যদি তরঙ্গের দৈর্ঘ্য (ওয়েভলেংথ) বাড়ান যায়, তাহলে সেকেন্ডে স্পন্দন বা কম্পনহার (ফ্রিকোয়েন্সি) কমে যাবে, আর যদি ফ্রিকোয়েন্সি বাড়ান যায় তবে ওয়েভলেংথ কমে যাবে।

এর থেকে আমরা এই সূত্র পাই যে :—

$$\text{ওয়েভলেংথ} = \frac{\text{মিটার হিসাবে ওয়েভসের নির্দিষ্ট গতিবেগ}}{\text{সাইক্ল হিসাবে প্রতি সেকেন্ডের ফ্রিকোয়েন্সি}}$$

লক্ষ করলে দেখা যাবে রেডিও ওয়েভসের গণনার জন্য মিনিটের বদলে সেকেন্ড ব্যবহার করা হয়। কারণ, সেকেন্ডে এদের ফ্রিকোয়েন্সি এত বেশী যে এদের গণনায় বহু হাজার মিলিয়নের দরকার হয়। তাই সেকেন্ডে এদের ফ্রিকোয়েন্সি বর্ণনা করা হয় কিলো (Killo) অর্থাৎ হাজার অথবা মেগা (Mega) অর্থাৎ মিলিয়ান পরিমিত সংখ্যার অঙ্কে।

**রেডিও ওয়েভসের ফ্রিকোয়েন্সি ও ওয়েভলেংথের গণনা (Calculation of Frequency and wavelength)**  
—এখন দেখা যাক পূর্বের ঐ সূত্রটি দ্বারা কি ভাবে ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরিত সিগনালের ফ্রিকোয়েন্সি জানা থাকলে সহজেই তার ওয়েভলেংথ বার করে নেওয়া যায়—অথবা ওয়েভলেংথ জানা থাকলে ফ্রিকোয়েন্সি বার করা যায়।

**উদাহরণ :—(১)** কোন ট্রান্সমিটারের ফ্রিকোয়েন্সি যদি প্রতি সেকেন্ডে ৬০০ কিলো সাইক্লস ( 600 kc/s ) হয় তাহলে মিটার হিসাবে তার ওয়েভলেংথ কত হবে ?

সূত্র হচ্ছে :—

ওয়েভলেংথ =  $\frac{\text{মিটার হিসাবে ওয়েভসের নির্দিষ্ট গতিবেগ}}{\text{সাইক্ল হিসাবে প্রতি সেকেন্ডের ফ্রিকোয়েন্সি}}$

$$\text{ওয়েভলেংথ} = \frac{300,000,000}{600,000} = 500 \text{ মিটার।}$$

**উদাহরণ :—(২)** ট্রান্সমিটারের ফ্রিকোয়েন্সি যদি প্রতি সেকেন্ডে ১০ মেগা সাইক্লস ( 10 mc/s ) হয়—তাহলে মিটার হিসাবে তার ওয়েভলেংথ কত হবে ?

$$\text{ওয়েভলেংথ} = \frac{300,000,000}{10,000,000} = 30 \text{ মিটার।}$$

**উদাহরণ :—(৩)** কোন ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরিত সিগন্যালকে যদি ৩০০ মিটারে প্রেরণ করা হয়, তাহলে হাজার মাইল দূরে অবস্থিত কোন রিসিভারে কত ফ্রিকোয়েন্সি ব্যাণ্ডে তা শুনতে পাওয়া যাবে ? প্রথমে সাইক্লস ও পরে কিলো সাইক্লসে প্রকাশ করতে হবে।

সূত্র হচ্ছে :—

$$\text{ওয়েভলেন্থ} = \frac{\text{মিটার হিসাবে ওয়েভসের নির্দিষ্ট গতিবেগ}}{\text{সাইক্লস হিসাবে প্রতি সেকেন্ডের ফ্রিকোয়েন্সি}}$$

এ থেকে ফ্রিকোয়েন্সির জন্য সূত্র পাই :—

$$\text{ফ্রিকোয়েন্সি (সাঃ হিঃ)} = \frac{\text{ওয়েভসের নির্দিষ্ট গতিবেগ (মিঃ হিঃ)}}{\text{ওয়েভলেন্থ (মিটার হিসাবে)}}$$

$$\dots \text{ফ্রিকোয়েন্সি} = \frac{300,000,000}{30} = 1,000,000 \text{ সাইক্লস প্রতি}$$

সেকেন্ডে বা ১০০০ কিলো

সাইক্লস/সেকেন্ডে।

উদাহরণ:—(৪) যখন ৩০ মিটারে সিগন্যাল পাওয়া যাবে তখন তার ফ্রিকোয়েন্সি কত হবে? প্রথমে সাইক্লস ও পরে মেগা সাইক্লসে প্রকাশ কর।

$$\text{ফ্রিকোয়েন্সি} = \frac{300,000,000}{30} = 10,000,000 \text{ সাইক্লস}$$

সেকেন্ডে বা ১০ মেগা

সাইক্লস/সেকেন্ডে।

এখানে আর একটি বিষয় বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে যে, ফ্রিকোয়েন্সি যখন কিলোসাইক্লসে প্রকাশ করা থাকবে তখন সূত্র হবে :—

$$(i) \text{ ক্রিকোয়েন্সি (কিলোসাইক্ল হিসাবে) } = \frac{৩০০,০০০}{\text{ওয়েভলেংথ (মিটারে)}}$$

এবং ক্রিকোয়েন্সি যখন সাইক্লসে প্রকাশ করা থাকবে তখন সূত্র হবে :—

$$(ii) \text{ ক্রিকোয়েন্সি (সাইক্ল হিসাবে) } = \frac{৩০০,০০০,০০০}{\text{ওয়েভলেংথ (মিটারে)}}$$

উল্লিখিত সমস্ত সূত্রগুলি সহজ ভাবে মনে রাখবার জন্য ১৯নং চিত্রে একটি তালিকা দেওয়া হলো।

$\lambda$	$=$	$\frac{৩০০০০০}{Kc}$
$\lambda$	$=$	$\frac{৩০০০০০০০}{\text{৬}}$
$Kc$	$=$	$\frac{৩০০০০০}{\lambda}$
$\text{৬}$	$=$	$\frac{৩০০০০০০০}{\lambda}$

১৯ নং চিত্র—ওয়েভলেংথ ও ক্রিকোয়েন্সি নির্ণয়ের  
সূত্রগুলির একটি সংক্ষিপ্ত তালিকা।

চিত্রে অঙ্কিত (  $\text{৬}$  ) ও (  $\lambda$  ) দুইটি চিহ্ন বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে। প্রথমটি সাইক্ল এবং দ্বিতীয়টি ওয়েভলেংথ এর চিহ্ন। উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক—

**উদাহরণ :—**(৫) কলিকাতার ট্রান্সমিটার থেকে ১০০০ কি: সা: ( 1000 kc/s ) গান বাজনা প্রভৃতি প্রেরণ করা হচ্ছে আমরা যদি তার মিটার জানতে চাই তাহলে কোন্ সূত্রটি ব্যবহার করবো ?

এক্ষেত্রে ফ্রিকোয়েন্সি প্রকাশ করা আছে, মিটার বার করতে হবে।  
অতএব সূত্র হচ্ছে—

$$\text{ওয়েভলেংথ ( } \lambda \text{ )} = \frac{৩০০,০০০}{\text{কিলোসাইক্লস}}$$

$$\lambda = \frac{৩০০,০০০}{১০০০} = ৩০০ \text{ মিটার}$$

এইভাবে ফ্রিকোয়েন্সি যদি কিলোসাইক্লস না হয়ে সাইক্লসে প্রকাশ করা থাকে তাহলে দ্বিতীয় সূত্রটি ব্যবহার করতে হবে। আর যদি ওয়েভলেংথে প্রকাশ করে দেওয়া থাকে এবং তার কিলোসাইক্লস কিংবা সাইক্লস হিসাবে ফ্রিকোয়েন্সি বার করতে বলা হয়, তাহলে যথাক্রমে তৃতীয় ও চতুর্থ সূত্রকে গ্রহণ করতে হবে।

**বিঃদ্রঃ—**মনে রাখতে হবে যে, সকল সময়ই নির্দিষ্ট সূত্রের প্রয়োগ করতে হবে কারণ, যদি কিলো সাইক্লস বার করতে হয় এবং সেখানে ওয়েভসের নির্দিষ্ট গতিবেগ ৩০০,০০০ এর পরিবর্তে ৩০০,০০০,০০০ প্রয়োগ করা হয়, তাহলে একান্ত সংখ্যার স্রষ্টা হবে।

## তালিকা-১

### ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী রেডিও-ওয়েভসের শ্রেণী বিভাগ

শ্রেণী ( Class )	ফ্রিকোয়েন্সীর সীমা ( Frequency range )	রেডিও ওয়েভসের সীমা ( Wave-length range )
লো ফ্রিকোয়েন্সী ( Long Wave )	১০—১০০ কিলোসাইক্ল	৩০,০০০—৩,০০০ মিটার
মিডিয়াম ফ্রিকোয়েন্সি ( Medium wave )	১০০—৫০০ কিলোসাইক্ল	৩,০০০—৫৪৫ মিটার
ব্রড্‌কাস্ট্‌ ফ্রিকোয়েন্সি ( Broadcasting wave )	৫৫০—১,৬০০ কিলোসাইক্ল	৫৪৫—১৮৮ মিটার
মিডিয়াম হাই ফ্রিকোয়েন্সি ( Medium short wave )	১,৬০০—৬,০০০ কিলোসাইক্ল	১৮৮—৫০ মিটার
হাই ফ্রিকোয়েন্সি ( Short wave )	৬,০০০—৩০,০০০ কিলোসাইক্ল	৫০—১০ মিটার
ভেরী হাই এবং আলট্রা হাই ফ্রিকোয়েন্সি ( Very short and Ultra short wave )	৩০,০০০ কিলোসাইক্লসএর উর্ধ্বে	১০ মিটারের নিম্নে

## তালিকা—২

### ওয়েভলেংথ অনুযায়ী ভারত ও পাকিস্তানের কয়েকটি ষ্টেশনের তালিকা

( মিডিয়াম-ওয়েভ )

ষ্টেশনের নাম	ফ্রিকোয়েন্সি ( কিলোসাইক্ল )	ওয়েভলেংথ ( মিটার )	পাওয়ার ( কিলোগ্রাট )
দিল্লী	— ৬৯০ —	৪৩৪'৮	— ১
এলাহাবাদ	— ৭৭০ —	৩৮৯'৬	— ১
গৌহাটী	— ৭৮০ —	৩৮৪'৬	— ১
কলিকাতা	— ৮১০ —	৩৬০'৪	— ১'৫
বোম্বাই	— ৮৫৫ —	৩৫৩	— ১
দিল্লী	— ৮৮৬ —	৩৩৮'৬	— ১০
আমেদাবাদ	— ৯২০ —	৩২৬'১	— ১
কলিকাতা	— ১,০০০ —	৩০০	— ৫০
লাঙ্কো	— ১,০২২ —	২৯৩'৫	— ৫
লাহোর	— ১,০৮৬ —	২৭৬	— ৫
পাটনা	— ১,১৩১ —	২৬৫'৩	— ৫
ঢাকা	— ১,১৬৭ —	২৫৭'১	— ৫
নাগপুর	— ১,২৯০ —	২৩২'৬	— ১
কটক	— ১,৩৫৫ —	২২১'৪	— ১
মাদ্রাজ	— ১,৪২০ —	২১১'৩	— ৫
শিলং	— ১,৪৬০ —	২০৫'৫	— ০'৫



## রেডিও ওয়েভস ও সাউণ্ড ওয়েভসের বিশ্লেষণ—

( Analysis of Radio Waves and Sound Waves )—  
 পূর্বেই বলা হয়েছে যে, বায়ুর মধ্যে কম্পনের সৃষ্টির দ্বারাই শব্দের সৃষ্টি। তাই, প্রত্যেকটি শব্দের নির্দিষ্ট কম্পন মাত্রা বা ফ্রিকোয়েন্সি আছে। আর বিভিন্ন রকম ফ্রিকোয়েন্সি দ্বারাই বিভিন্ন প্রকার শব্দের সৃষ্টি। যেমন মানুষ গান করে অর্থাৎ তার কণ্ঠ দ্বারা বায়ুর মধ্যে কখনও বা কম ফ্রিকোয়েন্সি আবার কখনও বেশী ফ্রিকোয়েন্সির সৃষ্টি করে। সাধারণতঃ সেকেন্ডে, ১৬ সাইক্লস-এর কম হলে বা ১৬,০০০ সাইক্লস-এর বেশী হলে মানুষ শুনতে পায় না। ১৬ থেকে ১৬,০০০ সাইক্লসকে বলা হয় লো-ফ্রিকোয়েন্সি। এর উপরে যে ফ্রিকোয়েন্সি আছে তাকে বলা হয় হাই ফ্রিকোয়েন্সি। যেমন রেডিও ফ্রিকোয়েন্সিকে বলা হয় হাই ফ্রিকোয়েন্সি যা আমরা শুনতে না পাই। কারণ এর স্পন্দন হার সেকেন্ডে ১০,০০০ থেকে ৬,০০,০০,০০০ সাইক্লস। এর চেয়েও হাই-ফ্রিকোয়েন্সি আছে যেমন এক্সরে ফ্রিকোয়েন্সি, তার স্পন্দন-হার সেকেন্ডে ৩,০০০,০০০,০০০.০০০,০০০,০০০ সাইক্লস। আর তাপ ও আলোর ওয়েভসের ফ্রিকোয়েন্সি হলো সেকেন্ডে ৩,০০০,০০০, ০০০,০০০ থেকে ৩,০০০,০০০,০০০,০০০,০০০ সাইক্লস।

রেডিও ওয়েভস ও সাউণ্ড ওয়েভসের মধ্যে গতির পার্থক্য—( Velocity difference between Radio Waves and Sound Waves )—এখন সাউণ্ড ওয়েভস ও

রেডিও ওয়েভসের গতি সম্বন্ধে আর একটি বিষয় লক্ষ্য করা যাক। আমরা জানি, এক ব্যক্তি যদি কীকা জায়গায় খুব জোরে চীৎকার করে তা হলেও তার শব্দ কয়েকশত গজের বেশী যাবে না। কিন্তু যদি ঐ একই ব্যক্তি মাইক্রোফোনের সামনে খুব আস্তে শব্দ করে তা হলে প্রেরক যন্ত্রের সাহায্যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ সৃষ্টি হয়ে ঈশ্বরের মধ্য দিয়ে হাজার হাজার মাইল দূরে অবস্থিত গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যে অবিলম্বে ঐ শব্দ শুনতে পাওয়া যাবে।

এখন দেখা যাক, এই গতির পার্থক্য কোথায়। যদি বলি, রেডিও ব্রডকাষ্টিং স্টেশনে মাইক্রোফোনের সামনে যে থিরেটোর হচ্ছে তার কথাবার্তা তার সামনে উপবিষ্ট শ্রোতাদের চেয়ে একশত মাইল দূরে গ্রাহক যন্ত্রের সামনে উপবিষ্ট শ্রোতারাই আগে শুনতে পান, তবে সাধারণতঃ লোকে এটাকে অসম্ভব বলে ভাববেন, কিন্তু এটা সত্য।

পূর্বেই বলেছি রেডিও ওয়েভসের গতি সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল বা ৩০০,০০০,০০০ মিটার আর সাউণ্ডের গতি সেকেন্ডে ১১০০ ফুট। তাহলে বলা যায়, রেডিও ওয়েভস্ সাউণ্ড ওয়েভসের চেয়ে বহু লক্ষগুণ বেগে চলে। তাই মাইক্রোফোনের সমান যে কথাবার্তা হয়, তা মুহূর্তের মধ্যে একশত মাইল দূরে অবস্থিত গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যে উপস্থিত হয়। আর নিকটে উপবিষ্ট শ্রোতার কাণে সে শব্দ তখনও গিয়ে পৌঁছায় না, যদিও ঐ সময়ের পার্থক্য মাত্র ১ সেকেন্ডের কয়েক

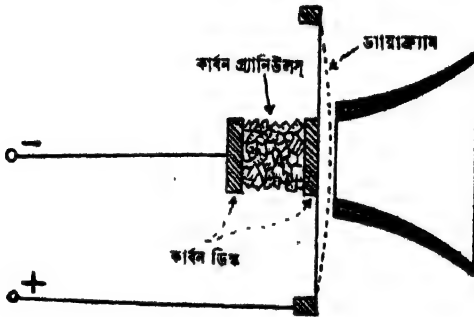
ভ্রম্যাংশের সমান। অবশ্য বোঝাবার সুবিধার জন্ত পূর্বের বলা হয়েছিল, রেডিও ওয়েভ্‌স্ ও সাউণ্ড ওয়েভ্‌সের গতি সমান। রেডিও ওয়েভ্‌সের গতি যদি সাউণ্ড ওয়েভ্‌সের গতির সমান হতো তা হলে হাজার মাইল দূরে উপবিষ্ট শ্রোতার কাণে শব্দ পৌঁছাতে লাগত ১ ঘণ্টা ২০ মিনিট। কিন্তু এ কেবল সাউণ্ড ওয়েভ্‌সের বেলায় সম্ভব, রেডিও ওয়েভ্‌সের বেলায় নয়।

গতি সম্বন্ধে আরও একটি যুক্তি দেখান যায়। মনে করুন কোন এক ব্যক্তি এমন জোরে চীৎকার করতে পারে যে, তার শব্দ সমস্ত পৃথিবীকে তখনই একবার পাক দিয়ে আসে (যদিও এ সম্ভব নয়, কেবল বুঝাবার সুবিধার জন্ত এর উল্লেখ করা হচ্ছে)। তাহলে তার ঐ শব্দ সমস্ত পৃথিবীকে ঘুরে উৎপত্তি স্থলে ফিরে আসতে কত সময় নেবে? যখন সাউণ্ড ওয়েভ্‌স্-এর গতি সেকেন্ডে ৩৩২ মিটার তখন হিসাব করলে দেখতে পাব, শব্দটি পৃথিবীকে ঘুরে আসতে সময় নেবে কম করে চল্লিশ ঘণ্টা। এখন যদি রেডিও ওয়েভ্‌সের সঙ্গে তুলনা করি, দেখব রেডিও ওয়েভ্‌স্ এক সেকেন্ডে সমস্ত পৃথিবীকে সাড়ে সাত পাক ঘুরে আসে। অর্থাৎ একবার ঘুরতে সময় লাগবে এক সেকেন্ডের সাড়ে সাত ভাগের এক ভাগ। এ থেকেই বুঝা যায়, রেডিও ওয়েভ্‌সের গতি কত দ্রুত।

**রেডিও ট্রান্সমিশন ও রিসেপ্‌শন পদ্ধতি—(Radio Transmission and Reception System)—**রেডিও

ট্রান্সমিশন ( Transmission ) ও রিসেপশন-এর ( Reception ) কার্য্য প্রণালী অনেকটা টেলিফোনের ( Telephone System ) মতো। আমরা টেলিফোনের যে যন্ত্রটির সামনে কথা বলি সেটি ঠিক রেডিও ব্রডকাস্টিং স্টেশনে ব্যবহৃত মাইক্রোফোনের ( Microphone ) মতো।

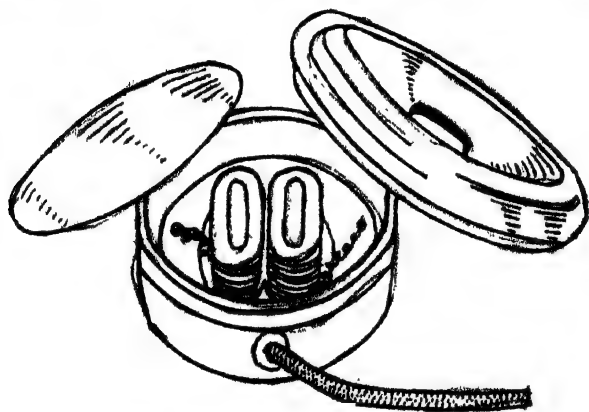
আমরা যখন কথা বলি তখন বাতাসে একটা কম্পনের সৃষ্টি হয়। সেই কম্পন যারই কাণের পর্দায় গিয়ে পড়ে, সেই



২০নং চিত্র—একটি সাধারণ মাইক্রোফোনের বিভিন্ন অংশকে  
অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

আমাদের কথা শুনতে পায়। এখন মাইক্রোফোনে হয় কি সেই বাতাসের কম্পন গিয়ে পড়ে ২০নং চিত্রে অঙ্কিত একটা খুব সূক্ষ্ম পর্দা বা ঝিল্লির ( ডায়াফ্রাম ) উপর। এই ডায়াফ্রাম আবার লাগান থাকে একটি কার্বনের দানায় পরিপূর্ণ বাটার মুখে। এই কার্বনের দানাকে বলা হয় কার্বন স্ফ্রানিউল ( Carbon Granules )।

ডায়াক্সাম্টি বাটার মুখে ঠিক সমানভাবে বসান থাকে। ফলে যখন শব্দ-তরঙ্গ (সাউণ্ড ওয়েভস্) ঐ ডায়াক্সামের উপর পড়ে তখন তরঙ্গ অনুযায়ী ২০নং চিত্রের স্থান ডায়াক্সাম্টি কাঁপতে থাকে। ফলে, কার্বন দানার মধ্যে একপ্রকার ইলেকট্রিক্যাল রেজিষ্ট্যান্সের সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ যখন ডায়াক্সাম্টি ভিতর দিকে চাপ দেয় তখনই ভিতরকার দানাগুলি এক জায়গায় সঙ্কুচিত হয়ে যায় এবং



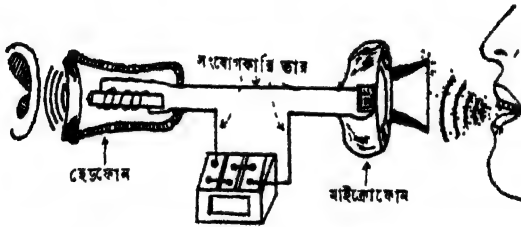
২১নং চিত্র—একটি সাধারণ হেডফোনের বিভিন্ন অংশকে  
অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

তাদের মধ্যকার দূরত্ব (ইলেকট্রিক্যাল রেজিষ্ট্যান্স) কমে যায় ও শক্তিশালী ইলেকট্রিক্ কারেন্ট প্রবাহের সহায়তা করে। এইরূপে সাউণ্ড ওয়েভস্ ডায়াক্সাম্টিকে কখনো আস্তে কখনো বা জোরে নাড়া দিয়ে কার্বন দানার মধ্যে বিভিন্ন বস্তু

চাপের সৃষ্টি করে, অর্থাৎ কার্বন দানার মধ্যে কম বেশী রেজিষ্ট্যান্সের সৃষ্টি করে তার মধ্যে কম-বেশী ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের সহায়তা করে।

এইভাবে সাউণ্ড ওয়েভসকে ইলেকট্রিক কারেন্টে রূপান্তরিত করা হয়।

আমরা জানি যে, বাইরের তারের সঙ্গে যোগ করবার জন্ত, হেডফোনের মধ্যে একটি চুম্বকের (ম্যাগনেটের) গায়ে খানিকটা সরু তার কুণ্ডলী করে জড়িয়ে তারের শেষ মুখ দুটো ২১নং চিত্রের স্থায় বের করে নেওয়া হয় এবং একটি পাতলা



২২নং চিত্র—মাইক্রোফোন ও হেডফোন যুক্ত একটি টেলিফোন সার্কিট।

লোহার চাক্তি উপর থেকে ম্যাগনেটটির উপর ফেলা থাকে। এখনই যদি ঐ ইলেকট্রিক কারেন্ট অর্থাৎ সাউণ্ড ওয়েভসের অল্পরূপ পালসেটিং কারেন্টকে (Pulsating Current) ঐ তারকুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা যায়, (যেমন ২২নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে) তাহলে কারেন্ট অল্পস্বায়া ম্যাগনেটটি ডায়াক্সামটিকে (এখানে পাতলা লোহার চাক্তি) আকর্ষণ করবে এবং ডায়াক্সামটি ধারাবাহিকভাবে

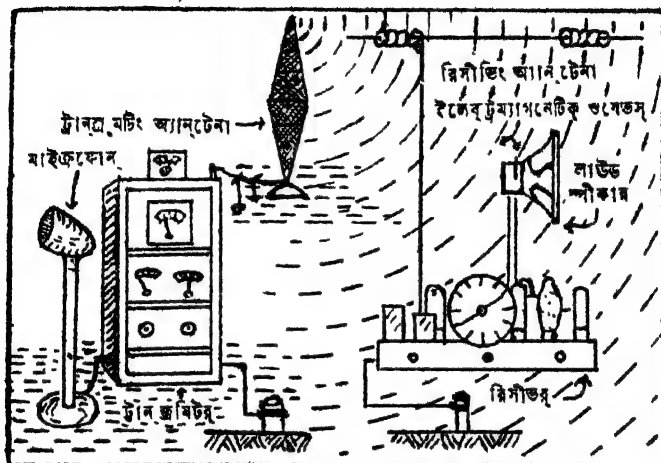
একবার বাহিরের দিকে, একবার ভিতরের দিকে অর্থাৎ পালসেটিং কারেন্ট অনুযায়ী কাঁপতে থাকবে। ফলে, বায়ুর মধ্যে মাইক্রোফোনের সামনে যে, ওয়েভসের সৃষ্টি করা হয়েছিল তার অনুরূপ ওয়েভস্ সৃষ্টি করবে এবং তা শব্দে রূপান্তরিত হয়ে আমাদের কানে এসে বাজবে।

এইভাবে আধুনিক টেলিফোন ব্যবস্থায় প্রথমে মাইক্রোফোনের সাহায্যে সাউণ্ড ওয়েভসকে ইলেকট্রিক কারেন্টে ও পরে হেডফোনের সাহায্যে ঐ ইলেকট্রিক কারেন্টকে অনুরূপ সাউণ্ড ওয়েভসে রূপান্তরিত করা হয়।

আগেই বলেছি রেডিওর সঙ্গে অনেকটা টেলিফোনের কার্য্য প্রণালীর সাদৃশ্য রয়েছে। ২৩নং চিত্রে বর্তমানে রেডিওতে ব্যবহৃত শব্দের প্রেরণ ও গ্রহণ (ট্রান্সমিশন ও রিসেপশন) সম্বন্ধে দেখান হয়েছে। চিত্রে বাম দিকে অঙ্কিত যন্ত্রটি হলো বেতার প্রেরক যন্ত্র (ট্রান্সমিটার) এবং ডানদিকে অঙ্কিত যন্ত্রটি বেতার গ্রাহক যন্ত্র (রিসিভার)।

মাইক্রোফোনের সামনে কথা বলে যে কম শক্তির পালসেটিং কারেন্টের সৃষ্টি করা হয়, তাকে ট্রান্সমিটারের মধ্যে অবস্থিত এ্যাম্পলিফায়ার স্টেজের সাহায্যে এ্যাম্পলিফাই করে এরিয়ালে নিয়ে যাওয়া হয়। এক কথায় ট্রান্সমিটার ইলেকট্রিক কারেন্টকে রেডিও ওয়েভসে রূপান্তরিত করে এরিয়ালে নিয়ে আসে ও পরে সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল গতিতে চারিদিকে ছড়িয়ে দেয়।

রিসিভারের বেলায় ঠিক তার উল্টো। যখন ঐ রেডিও ওয়েভস্ ট্রান্সমিটার থেকে বেরিয়ে ঈথারের মধ্য দিয়ে চারিদিকে ছুটতে থাকে, তখন রিসিভারের এরিয়ালের উপর পড়ে কম শক্তির কারেন্টের সৃষ্টি করে। তারপর কম



২৩নং চিত্র—বেতারে শব্দ প্রেরণ (ট্রান্সমিশন) ও গ্রহণ (রিসেপশন)  
পদ্ধতিকে সংক্ষিপ্ত ভাবে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

শক্তির কারেন্টকে রিসিভারে অবস্থিত এ্যাম্পলিফায়ারের সাহায্যে আরও শক্তিশালী করে স্পীকারের সাহায্যে সাউণ্ডে রূপান্তরিত করা হয়। (স্পীকারের কাজই হলো ইলেক্ট্রিক

\* রেডিও ট্রান্সমিশন ও রিসেপশন পদ্ধতি সূর্যকে এখানে প্রাথমিক পর্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে। দ্বিতীয় খণ্ডে এদের প্রত্যেকটি স্টেজের কার্যকারিতাকে বুঝান হবে।



কারেন্টকে সাউণ্ডে পরিণত করা)। এইভাবে শত শত মাইল দূরে অবস্থিত মাইক্রোফোনের সামনের শব্দ-তরঙ্গকে ধরে বসে শুনা সম্ভব হয়েছে।

**মিটার ব্যাণ্ড (Meter Band)**—যদিও রেডিও ওয়েভ অদ্ভুত ওয়েভ অপেক্ষা ফ্রিকোয়েন্সিতে কম কিন্তু ওয়েভলেন্থ সকলের চেয়ে বেশী।

রেডিও ওয়েভলেন্থ, যা বিভিন্ন রকম ট্রান্সমিটার থেকে গান, বাজনা, আবৃত্তি প্রভৃতি বহন করে আনছে এবং যা সুগঠিত ও ভাল অল্‌ওয়েভ রিসিভার দ্বারা শুনা যাচ্ছে, তা ৫ মিটার থেকে ২০৬০ মিটারের মধ্যে অবস্থিত। তাই বেতারের রেগুলার ব্রডকাষ্ট ব্যাণ্ড (Regular Broadcast Band) ২০০ মিটার থেকে ৫৫০ মিটারের মধ্যে অবস্থিত। ২০০ মিটারের কম যে ওয়েভ—তাকে বলা হয় শর্ট ওয়েভ (Short Wave) এবং ৫৫০ মিটারের বেশী যে ওয়েভ তাকে বলা হয় লং-ওয়েভ (Long-Wave) এবং ২০০ থেকে ৫৫০ মিটারকে বলা হয় মিডিয়াম ওয়েভ (Medium Wave)।

---

## তালিকা—৩

### ফ্রিকোয়েন্সি ও তার ওয়েভলেংথ

ফ্রিকোয়েন্সি কিলোসাইক্ল হিসাবে	ওয়েভলেংথ মিটার হিসাবে	ফ্রিকোয়েন্সি কিলোসাইক্ল হিসাবে	ওয়েভলেংথ মিটার হিসাবে
৩০০,০০০ ...	১	১,৩৫০ ...	২২২
৫০,০০০ ...	২	১,৩০০ ...	২৩১
১০০,০০০ ...	৩	১,২৫০ ...	২৪০
৭৫,০০০ ...	৪	১,২০০ ...	২৫০
৬০,০০০ ...	৫	১,১৫০ ...	২৬১
৫০,০০০ ...	৬	১,১০০ ...	২৭৩
৪০,০০০ ...	৮	১,০৫০ ...	২৮৬
৩০,০০০ ...	১০	১,০০০ ...	৩০০
২৫,০০০ ...	১২	৯৫০ ...	৩১৬
২০,০০০ ...	১৫	৯০০ ...	৩৩৩
১৫,০০০ ...	২০	৮৫০ ...	৩৫৩
১২,০০০ ...	২৫	৮০০ ...	৩৭৫
১০,০০০ ...	৩০	৭৫০ ...	৪০০
৮,০০০ ...	৩৮	৭০০ ...	৪২৯
৬,০০০ ...	৫০	৬০০ ...	৫০০
৫,০০০ ...	৬০	৫০০ ...	৬০০
৪,০০০ ...	৭৫	৪০০ ...	৭৫০
৩,০০০ ...	১০০	৩০০ ...	১,০০০
২,৫০০ ...	১২০	২০০ ...	১,৫০০
২,০০০ ...	১৫০	১০০ ...	৩,০০০
১,৭০০ ...	১৭৭	৫০ ...	৬,৫০০
১,৬০০ ...	১৮৮	৪০ ...	৭,০০০
১,৫০০ ...	২০০	৩০ ...	১০,০০০
১,৪৫০ ...	২০৬	২০ ...	১৫,০০০
১,৪০০ ...	২১৪	১০ ...	৩০,০০০

ফ্রিকোয়েন্সি থেকে ওয়েভলেংথ কিংবা ওয়েভলেংথ থেকে ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় করতে হলে নিম্নলিখিত সূত্র ব্যবহার করতে হয় :—

$$( ১ ) \quad \text{ওয়েভলেংথ} = \frac{৩০০,০০০,০০০}{\text{ফ্রিকোয়েন্সি ( cycle per second )}}$$

$$( ২ ) \quad \text{ফ্রিকোয়েন্সি} = \frac{৩০০,০০০,০০০}{\text{ওয়েভলেংথ ( in meter )}}$$

$$( ৩ ) \quad \text{এক কিলোসাইক্ল} = ১০০০ \text{ সাইক্লস}$$

## Test Questions

1. *What is Radio ?*
2. *What is the main difference between Radio and Electricity.*
3. *Is Electricity travel by means of wire or through Space ?*
4. *In the absence of air, does the sound exists, explain why ?*
5. *Can a transmitter radiate radio waves when placed within a glass enclosure that is void of air ?*
6. *What is the "Something" called, through which radio waves are propagated ?*
7. *Describe what is meant by wavelength ?*
8. *What greek letter is used to denote or express "wave-length" ?*
9. *Define "Amplitude."*
10. *What is the amplitude of the waves ?*
11. *Does water actually moves along with the waves ?*

12. *In what shape or form do radio waves travel or expend over the earth ?*
  13. *What is the velocity of radio waves ?*  
 ( i ) *Express in miles per Second.*  
 ( ii ) *Express (both the approximate speed and exact speed) in meter per second.*
  14. *What do you understand by a "Cycle" of a radio waves ?*
  15. *What symbol is used to denote or express "Cycle" ?*
  16. *What do you understand by "Frequency" of a radio wave ?*
  17. *To find the wave-length what formula is used ?*
  18. *Is frequency of radio waves indicated by the "number of cycle per minute" or by the "number of cycle per second" ?*
  19. *Is the frequency of radio waves usually expressed in "Kilocycles" or in Cycles" ?*
  20. *How many "Cycles" are there in one Kilocycle ?*
  21. *A radio station broadcasts energy into the surrounding atmosphere, using in its aerial circuit a current having a frequency of 500 Kilocycles. What is the wave-length of the radiations produced ?*
  22. *What is the velocity of sound in air ?*
  23. *What range of sound vibrations are generally audible to the human ear ?*
  24. *Describe what is meant by radio frequency.*
  25. *What is a radio transmitter ?*
  26. *Describe what is meant by radio transmission.*
  27. *What is a radio receiver ?*
-

## তৃতীয় অধ্যায়



# ইলেকট্রিসিটি

( Electricity )

ইলেকট্রিসিটির প্রকৃত স্বরূপকে মোটামুটি ভাবে বুঝবার জন্য এখানে প্রাথমিক পর্যায়ে ইলেকট্রিসিটিকে জলের সঙ্গে তুলনা করা হচ্ছে। পরে ইলেক্ট্রনিক্ থিওরীর সাহায্যে এর আলোচনা করা হবে।

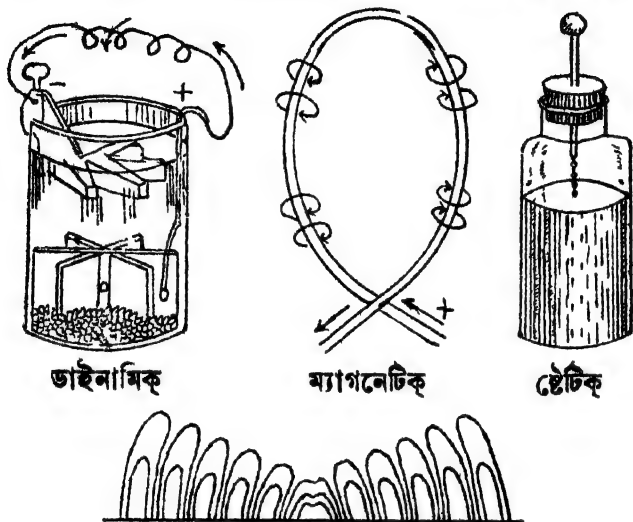
**ইলেকট্রিসিটি কি ( What is Electricity ) ?**—এ প্রশ্ন মনে আসা স্বাভাবিক; কিন্তু এর কোন সন্তোষজনক উত্তর আজও খুঁজে পাওয়া যায় না, কারণ অতীত কোন বস্তুর বা দ্রব্যের গুণ ইলেকট্রিসিটিকে চোখেও দেখা যায় না আর কানেও শুনা যায় না। কাজে কাজেই অতীত কোন বস্তুর বা দ্রব্যের বিষয় যেমন বর্ণনা করা যায় ইলেকট্রিসিটির বেলায় তা কখনই সম্ভব নয়, তবে মোটামুটি ভাবে ইলেকট্রিসিটি সম্বন্ধে এইটুকুই বলা চলে যে, “ইলেকট্রিসিটি একপ্রকার শক্তিবিশেষ” ( Electricity is a form of energy )।

**শক্তি বা এনার্জি কি ( What is energy ) ?**—কোন কাজ করবার ক্ষমতাকে বলা হয় শক্তি বা এনার্জি, যেমন কিছুদিন আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকার পর হঠাৎ যদি সূর্য্য ওঠে এবং তার প্রখরতা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়, তাহলে একটা উষ্ণ আব-হাওয়া সৃষ্টি হওয়ার কালে আমরা গরম অনুভব করি। সূর্য্য-

লোকের মধ্যে এই যে একটা ‘অদৃশ্যমান কিছু’ যার ফলে আমরা ঠাণ্ডা থেকে গরম অনুভব করলাম সেটাই হচ্ছে এনার্জি। কারণ এক্ষেত্রে সূর্যের আলোক পৃথিবীর উপর পড়ে পৃথিবীর মাটিকে উত্তপ্ত করে তোলে। কিন্তু আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকায় সূর্য্যালোকের প্রখরতা কম থাকে—ফলে ঐ এনার্জির পরিমাণ কমে যায় ও ঠাণ্ডা মনে হয়। সূর্যালোকের প্রখরতার ফলে সূর্যের ঐ এনার্জি পৃথিবী-পৃষ্ঠের গাছ-পালা প্রভৃতিকে শুক করে দেয়, ফলে শুক কাঠগুলিকে যখন জ্বালান হয় তখন কাঠ থেকে পাওয়া এনার্জিও উত্তাপে রূপান্তরিত হয়ে পাত্রস্থিত জলীয় পদার্থকে বাষ্পে (Steam) পরিণত করে। “বাষ্পও আর একপ্রকারে শক্তি বিশেষ” (Steam is another form of energy)।

এই বাষ্প-শক্তি বা স্টীম এনার্জির দ্বারা যদি কোন বাষ্প-চালিত ইঞ্জিন বা টার্বিনকে (Steam Engine or turbine) কাজ করান যায় তাহলে স্টীম এনার্জি, মেকানিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তরিত হয়, যেমন কোন ইলেকট্রিক জেনারেটর (Electric generator) বা বিদ্যুৎ উৎপাদক যন্ত্রকে একটা স্টীম ইঞ্জিন বা টার্বিনের সঙ্গে যুক্ত করে দেওয়ার ফলে যে মেকানিক্যাল এনার্জি পাওয়া যায় তাকেই বলে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জি বা ইলেকট্রিসিটি (Electrical energy or Electricity)। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে “ইলেকট্রিসিটি একপ্রকার শক্তি বিশেষ।”

**ইলেকট্রিসিটির শ্রেণী বিভাগ (Classification of Electricity)**—ইলেকট্রিসিটিকে সাধারণত তার বেগ অনুযায়ী (according to its motion) চার ভাগে ভাগ করা হয়েছে।



### রেডিয়েশন

২০ম চিত্র—চার প্রকার ইলেকট্রিসিটি। ডাইনামিক বা কারেন্ট ইলেকট্রিসিটি (in motion)। ম্যাগনেটিজম বা ম্যাগনেটিক ইলেকট্রিসিটি (in rotation)। স্টেটিক ইলেকট্রিসিটি (at rest)। রেডিয়েশন বা রেডিও ইলেকট্রিসিটি (in vibration)

- ১। স্টেটিক ইলেকট্রিসিটি (Electricity at rest)
  - ২। কারেন্ট ইলেকট্রিসিটি (Electricity in motion)
  - ৩। ম্যাগনেটিজম (Electricity in rotation)
  - ৪। রেডিও ইলেকট্রিসিটি (Electricity in vibration)
- এ ছাড়া আরও কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

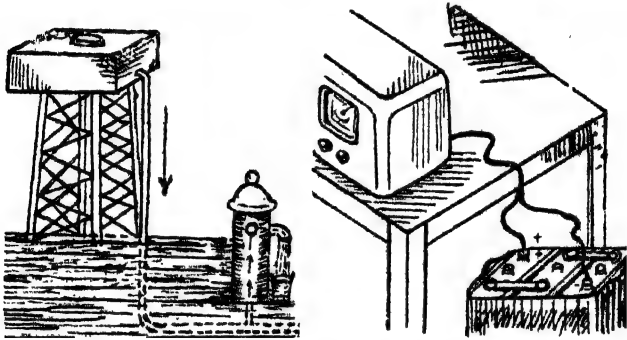
- ১। পজিটিভ ইলেকট্রিসিটি (Positive electricity)

২। নেগেটিভ ইলেকট্রিসিটি ( Negative Electricity )

৩। ডাইনামিক ইলেকট্রিসিটি ( Dynamic Electricity )

এদের প্রত্যেকটিকে পৃথক পৃথক ভাবে দ্বিতীয় খণ্ডে আলোচনা করা হবে।

**ইলেকট্রিক কারেন্ট ( Electric Current )**—এখানে ইলেকট্রিক কারেন্টকে সহজভাবে বুঝাবার জন্য জলের



২৫ ও ২৬নং চিত্র—এখানে ইলেকট্রিসিটির প্রবাহকে জলের

প্রবাহের সঙ্গে তুলনামূলক ভাবে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

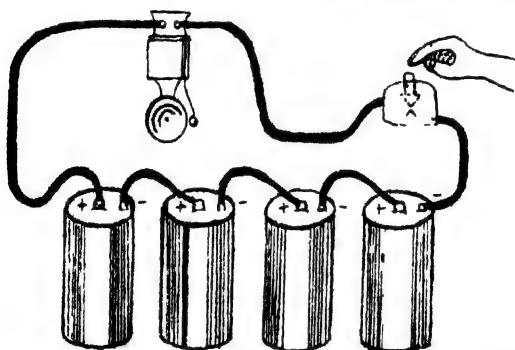
প্রবাহের সঙ্গে তুলনা করা হয়েছে, কারণ পূর্বেই বলেছি ইলেকট্রিসিটিকে চোখেও দেখা যায় না বা কানেও শুনা যায় না—তবে এর অস্তিত্ব সম্বন্ধে জ্ঞান একরকম সকলেরই আছে।

বেশ কিছুক্ষণ বৃষ্টি হওয়ার কালে বাড়ীর ছাদে যে জল জমে তা প্রথমে ছাদের নর্দমা দিয়ে প্রবেশ করে এবং বাড়ীর দেওয়াল সংলগ্ন নলের মধ্য দিয়ে বাড়ীর পার্শ্ব দ্বারা এসে পড়ে। কাজে কাজেই ছাদের নর্দমা ও নল মারফৎ জলের



প্রবাহকে সরাসরি যেমন অগ্নিত্র পৌঁছে দেওয়া হলো তেমনি ইলেকট্রিসিটির প্রবাহকে অগ্নিত্র পাঠাবার জন্য তাত্ত্বনিশ্চিত তার (Copper wire) ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে নলের মধ্য দিয়ে বাড়ীর পার্শ্বস্থ নালা পর্য্যন্ত প্রবাহিত জলের প্রবাহের স্থায় তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ইলেকট্রিসিটির প্রবাহকেই ইলেকট্রিক কারেন্ট (Electric Current) বলা হয়।

১৫ ও ১৬নং চিত্র লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। চিত্রে দেখান হয়েছে যে, পার্জীকৃত জলকে যেমন



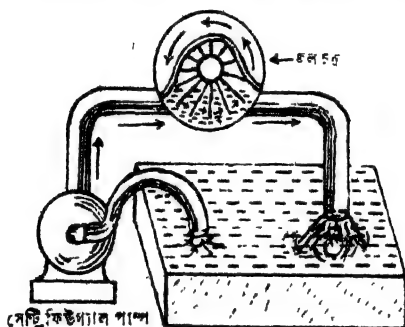
২৭নং চিত্র - যখনই সুইচ টিপে তাবের মুখ দুটি সংযুক্ত করা হয় তখনই সার্কিটের মধ্যে ইলেকট্রিক কারেন্টের সৃষ্টি হয়।

নল বা পাটপের মধ্য দিয়ে অগ্নিত্র পৌঁছে দেওয়া হলো তেমনি ব্যাটারীর ইলেকট্রিক কারেন্টকেও তার মারফৎ রিসিভারে পৌঁছে দেওয়া হয়।

২৭নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে তারের মুখ দুটি যখন খোলা (Open) থাকে তখন ব্যাটারী থেকে ইলেকট্রিসিটি

তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে না। কিন্তু যখন পুস-বটন সুইচটিকে সামান্য একটু চাপ দিয়ে তারের মুখ দুটিকে সংযোগ করে সার্কিটের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্টের সৃষ্টি করা হয় তখনই ঘন্টাটি বেজে ওঠে। আর পুনরায় সংযোগ ছিন্ন করে দিলেই কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়, ফলে বৈদ্যুতিক ঘন্টাও বন্ধ হয়ে যায়।

**ইলেকট্রিক ভোল্টেজ (Electric Voltage)**—বৈদ্যুতিক প্রবাহের (ইলেকট্রিক কারেন্ট) কথা আমরা পেলাম। এখন

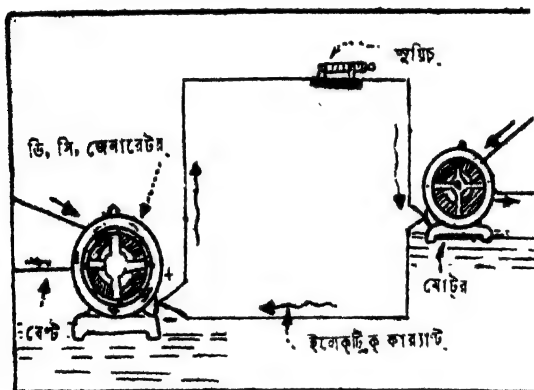


২৮নং চিত্র—পাইপ সার্কিটের মধ্যে জলের চাপ বা প্রেসার।

দেখা যাক বৈদ্যুতিক চাপ (ইলেকট্রিক ভোল্টেজ) কি? ২৮নং চিত্রে দৃষ্ট সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের সাহায্যে যদি পাইপ সার্কিটের (Pipe circuit) মধ্য দিয়ে অনবরত জল-প্রবাহের (Water-current) সৃষ্টি করা যায় তা হলে অপর প্রান্তে অবস্থিত টার্বিনটিও (জলচক্র) কাজ করতে আরম্ভ করবে। এখন যদি সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পটি বন্ধ করে দেওয়া হয়

তাহিলে দেখা যাবে টার্বিনের কাজও বন্ধ হয়ে গেছে। কাজেই দেখা যাচ্ছে, যখনই সেন্টিফিউগ্যাল পাম্পের সাহায্যে সার্কিটের মধ্যে চাপ বা প্রেসার দ্বারা জলের গতির সৃষ্টি করা হচ্ছে তখনই কেবল টার্বিনটি কাজ করছে।

২১নং চিত্রে ২৮নং চিত্রের অনুরূপ একটি চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। তবে এক্ষেত্রে চাপের জায়গা ইলেকট্রিসিটির সাহায্য নেওয়া হয়েছে ও সেন্টিফিউগ্যাল পাম্পের বদলে জেনারেটর

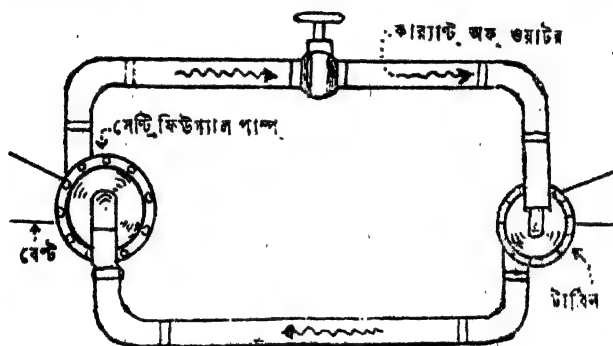


২১নং চিত্র—তারযুক্ত সার্কিটের মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ।

এবং টার্বিনের বদলে ইলেকট্রিক মোটর বসান হয়েছে আর পাইপ সার্কিটটিতে পাইপের বদলে তার লাগিয়ে একটি সুইচ দ্বারা সার্কিটটি খোলা ও বন্ধ করবার ব্যবস্থা করা হয়েছে। পূর্বের স্থায় এখানেও জেনারেটরের সাহায্যে বৈদ্যুতিক চাপ সৃষ্টি করে মোটরকে ঘোরান হচ্ছে।

যেমন জলের চাপ পাউণ্ডের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়, সেইরূপ বৈদ্যুতিক চাপ মাপা হয় ভোল্টের সাহায্যে—যাকে বলা হয় “ভোল্টেজ” (Voltage)।

**ভোল্টেজ ও কারেন্টের পারস্পরিক সম্পর্ক—**  
(Relation between Voltage and Current) যদি ৩০নং চিত্রে অঙ্কিত পাইপ সার্কিটের ঐ কলটিকে বন্ধ করে



৩০নং চিত্র—কলযুক্ত পাইপ সার্কিটের মধ্যদিয়ে জলপ্রবাহ।

দেওয়া যায়, অর্থাৎ open সার্কিটের সৃষ্টি করা যায়, তা হলে দেখা যাবে সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প ধারাবাহিকভাবে চাপের সৃষ্টি করলেও পাইপ-সার্কিটের মধ্যে জলপ্রবাহ বন্ধ হয়ে গেছে; কলে টার্বিনটি আর ঘুরছে না। ইলেকট্রিক সার্কিটের বেলায়ও যদি সুইচটি (২১ চিত্রে অঙ্কিত) বন্ধ অবস্থায় থাকে, তাহলে জেনারেটর থেকে ধারাবাহিকভাবে বৈদ্যুতিক চাপ বা

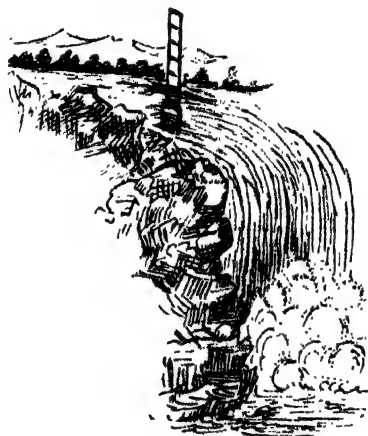
ভোল্টেজের সৃষ্টি করলেও সার্কিটের মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক প্রবাহ বা কারেন্ট বন্ধ থাকার ফলে মোটরও বন্ধ থাকবে।

এখানে ভোল্টেজ ও কারেন্ট সম্বন্ধে লক্ষ্য করা প্রয়োজন। একদিকে সার্কিটের মধ্যে কারেন্ট না থাকলেও ভোল্টেজ অর্থাৎ প্রেসার বা চাপ উপস্থিত থাকে। অপর দিকে ভোল্টেজের সাহায্য ব্যতীত কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে না। তা হলে সার্কিটের মধ্যে অবস্থিত চাপমাত্রাকে (ভোল্টেজ) বাড়ালে দেখা যাবে প্রবাহ-শক্তিও (কারেন্ট) বাড়ছে। কিন্তু কতটুকু চাপমাত্রা বাড়ালে কতটুকু প্রবাহ শক্তি বাড়ে, তা এদের একক (unit) জানা না থাকলে বলা যায় না। তাই এদের একটা একক ঠিক করে নিতে হয়।

**একক বা ইউনিট (unit)**—পার্বত্য প্রদেশে বৃষ্টি, প্রস্রবন, হ্রদের জল, হিমবাহ ও তুষার-গলা জল, ক্ষুধ ক্ষুধ ধারায় নিম্নদিকে প্রবাহিত হওয়ার সময়, একত্রে মিলিত হয়েই নদীর সৃষ্টি করে। পার্বত্যগাত্রেয় ঐ জলধারা কখনই সমান থাকে না তাই ইঞ্জিনীয়ারদেরকে ৩১নং চিত্রের স্থায় উপায় অবলম্বন করতে হয়। এই জলপ্রবাহের গতিকে বুঝাবার জন্য যেমন গ্যালন (Gallons per minute অথবা Cubic feet per second) এর উল্লেখ করা হয় তেমনি ইলেকট্রিক কারেন্টের প্রবাহের গতিকে বুঝাবার জন্য এম্পিয়ার (Ampere) কথাটি ব্যবহার করা হয়। কাজে কাজেই যখনই আমরা ইলেকট্রিসিটির উল্লেখ করতে চাই তখনই এম্পিয়ারের

সাহায্যে কারেন্ট বা প্রবাহের গতির পরিমাপকে উল্লেখ করে থাকি। যেমন ১ এম্পিয়ার, ২ এম্পিয়ার, ১০ এম্পিয়ার, ১০০ এম্পিয়ার, ১০০০ এম্পিয়ার ইত্যাদি।

মোটের উপর দেখা যাচ্ছে ইলেকট্রিক কারেন্টের পরি-



৩১নং চিত্র—এখানে ইলেকট্রি সিস্টিম গতির পরিমাপকে জল প্রবাহের গতির সঙ্গে তুলনামূলকভাবে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

মাপের একক (unit) হচ্ছে এম্পিয়ার। ফরাসী বৈজ্ঞানিক এ্যানড্রে মেরী এম্পিয়ারের (Andre-Marie Ampere) নাম অনুযায়ী এই এককের নামকরণ হয়েছে।

এক এম্পিয়ারের অর্থ হচ্ছে, কোন পদার্থের মধ্য দিয়ে এক সেকেন্ডে ৬,২৮০,০০০,০০০,০০০,০০০ ইলেকট্রনের সঞ্চালন

যদি এবং ঐ প্রবাহের শক্তিকেই এক এ্যাম্পিয়ার শক্তি বলা হয়। এক এ্যাম্পিয়ারের চেয়ে কম শক্তির কারেন্ট বুঝাবার জন্য এ্যাম্পিয়ারকেও ভগ্নাংশের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যথা :—

- ১ এ্যাম্পিয়ার = ১০০০ মিলি এ্যাম্পিয়ার ( মি: এ: )
- ১ মিলি এ্যাম্পিয়ার = ১০০০ মাইক্রো এ্যাম্পিয়ার ( মা: এ: )
- ১ মাইক্রো এ্যাম্পিয়ার = ১০,০০,০০০ মাইক্রো, মাইক্রো এ্যাম্পিয়ার ( মা: মা: এ: )



এ্যানড্রে মেরী এ্যাম্পিয়ার

১৭৭৫—১৮৩৬

১ মিলি এ্যাম্পিয়ার তা হলে দাঁড়ায় ১ এ্যাম্পিয়ারের হাজার ভাগের এক ভাগ অর্থাৎ  $\frac{1}{1000}$  এ্যাম্পিয়ার। কোন পদার্থের দ্বারা দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট চলার সময় তার শক্তির

পরিমাপ বুঝাবার জন্য গুখু এ্যাম্পিয়ার কথাটাই ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

এ তো গেল কারেন্ট বা প্রবাহ শক্তির কথা। এখন ভোল্টেজ বা চাপমাত্রার একক খুঁজে বের করা যাক। আগেই দেখতে পেয়েছি যে, বৈদ্যুতিক চাপ সৃষ্টির জন্য শক্তির



আলেকজেনড্রো ভোল্ট

১৭৪৫ ১৮২৬

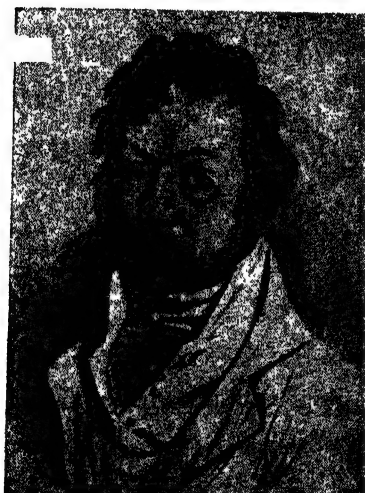
প্রয়োজন। অতএব যে পরিমাণ শক্তি খরচ হচ্ছে, তাকে ধরেই আমাদের চাপ-মাত্রা নির্ণয় করতে হবে।

একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ব্যয় করে যদি একটি তারের এক বিন্দু থেকে অন্য এক বিন্দু পর্যন্ত এক এ্যাম্পিয়ার



যটা এবং ঐ প্রবাহের শক্তিকেই এক গ্র্যাম্পিয়ার শক্তি বলা হয়। এক গ্র্যাম্পিয়ারের চেয়ে কম শক্তির কারেন্ট বুঝাবার জন্য গ্র্যাম্পিয়ারকেও ভগ্নাংশের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যথা :—

- ১ গ্র্যাম্পিয়ার = ১০০০ মিলি গ্র্যাম্পিয়ার ( মি: এ: )
- ১ মিলি গ্র্যাম্পিয়ার = ১০০০ মাইক্রো গ্র্যাম্পিয়ার ( মা: এ: )
- ১ মাইক্রো গ্র্যাম্পিয়ার = ১০,০০,০০০ মাইক্রো, মাইক্রো  
গ্র্যাম্পিয়ার ( মা: মা: এ: )



অ্যানড্রে মেরী গ্র্যাম্পিয়ার

১৭৭৫—১৮৩৬

১ মিলি গ্র্যাম্পিয়ার তা হলে দাঁড়ায় ১ গ্র্যাম্পিয়ারের হাজার ভাগের এক ভাগ অর্থাৎ  $\frac{১}{১০০০}$  গ্র্যাম্পিয়ার। কোন পদার্থের স্বভাব দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট চলার সময় তার শক্তির

পরিমাপ বুঝাবার জন্য শুধু এ্যাম্পিয়ার কথাটাই ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

এ তো গেল কারেন্ট বা প্রবাহ শক্তির কথা। এখন ভোল্টেজ বা চাপমাত্রার একক খুঁজে বের করা যাক। আগেই দেখতে পেয়েছি যে, বৈদ্যুতিক চাপ সৃষ্টির জন্য শক্তির



আলেকজেনড্রো ভোল্ট

১৭৪৫ ১৮২৬

প্রয়োজন। অতএব যে পরিমাণ শক্তি খরচ হচ্ছে, তাকে ধরেই আমাদের চাপ-মাত্রা নির্ণয় করতে হবে।

একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ব্যয় করে যদি একটি তারের এক বিন্দু থেকে অন্য এক বিন্দু পর্যন্ত এক এ্যাম্পিয়ার

কারেন্ট উৎপন্ন করা যায়, তবে ঐ নির্দিষ্ট শক্তির সৃষ্ট বৈদ্যুতিক চাপকে (ইলেকট্রিক্যাল ভোল্টেজ) চাপ-মাত্রার একক বলে ধরে নিতে হবে। দুটি বিন্দুর মধ্যে এক জুল ( $10^9$  আর্গ) পরিমাণ শক্তি ব্যয় করে যদি এক অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট পাওয়া যায়, তবে বিন্দু দুটির মধ্যকার বৈদ্যুতিক চাপকে এক ভোল্ট বলা হবে। প্রবাহ-বিদ্যুৎ আবিষ্কর্তা আলেকজেনড্রো ভোল্টা (Alessandro Volta)-র নাম অনুযায়ী ইলেকট্রিক ভোল্টেজের একককে **ভোল্ট** বলা হয়। এক ভোল্টেরও ভগ্নাংশ করা যায়। যথা :—

১ ভোল্ট = ১০০০ মিলি ভোল্ট (মিঃ ভোঃ)।

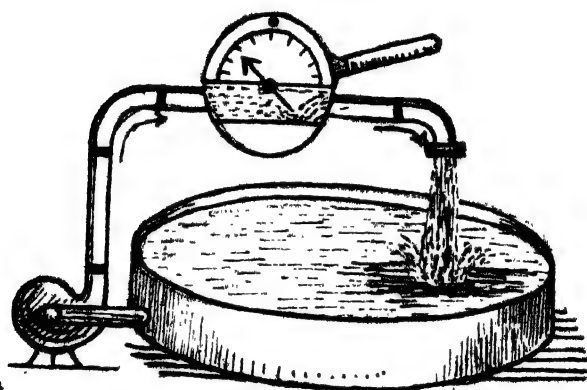
১ মিলি ভোল্ট = ১০০০ মাইক্রো ভোল্ট (মাঃ ভোঃ)।

আবার ১০০০ ভোল্টকে ১ কিলো ভোল্ট বলা হয়।

তা হলে জানা গেল যে, ইলেকট্রিক কারেন্ট পরিমাপের একক (ইউনিট) হচ্ছে “অ্যাম্পিয়ার”। আর ইলেকট্রিক ভোল্টেজের একক হোলো “ভোল্ট”। কোন পদার্থের মধ্যে কত অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট চলেবে, তা নির্ভর করে সেখানে কত ভোল্ট (ইলেকট্রিক্যাল ভোল্টেজ) রয়েছে তার ওপর।

**অ্যামমিটার (Ammeter)**—অ্যামমিটার হচ্ছে প্রবাহ পরিমাপক যন্ত্র। কোন নল বা পাইপের (Pipe) মধ্য দিয়ে প্রবাহিত জলপ্রবাহের গতির পরিমাপ নির্ণয়ের জন্য ৬৪নং চিত্রের স্তম্ভ ক্রোমিটারকে ব্যবহার করা হয়। ক্রোমিটারের উপর দিক থেকে ভেন (Vane) নামে একটি পাতলা লোহার

পাত চিত্রের স্থায় স্থান থাকে। এই ভেনের সঙ্গে একটা পয়েন্টার এমনভাবে লাগান থাকে যে, যখনই নলের মধ্য দিয়ে জল প্রবাহিত হয় তখনই জলের গতির ফলে ভেনটি চিত্রের স্থায় সরে যায় ও তার পয়েন্টের দ্বারা ঐ গতির নির্দেশ দেয়। এখানে যেমন জলপ্রবাহের গতির পরিমাপ নির্ণয়ের জন্য ফ্লোমিটারের ব্যবহার করা হয়েছে তেমনি ইলেকট্রিক কারেন্ট

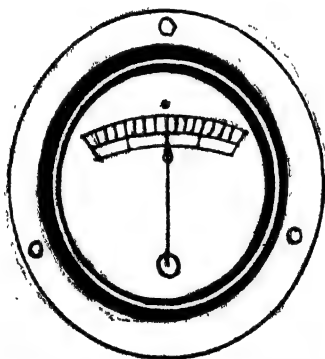


সেটি ফিউগ্যাল পাম্প

৩৪নং চিত্র—পাইপ সার্কিটে বৃদ্ধ ফ্লোমিটার।

প্রবাহের গতির পরিমাপ নির্ণয়ের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে বলা হয় অ্যাম্পিয়ার মিটার (Ampere meter)। এই অ্যাম্পিয়ার মিটারকেই সহজ ভাষায় অ্যাম্‌মিটার বলে। ৩৫নং চিত্রে একটি অ্যাম্‌মিটারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই অ্যাম্‌মিটারকে সব সময়েই সার্কিটের সঙ্গে

সিলিজে ব্যবহার করতে হয়; কারণ ইলেকট্রিক কারেন্টের প্রবাহের গতির পরিমাপ নির্ণয় করতে হলে ঐ প্রবাহকে ৩৬নং চিত্রের ন্যায় এ্যাম্‌মিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করার দরকার হয়। চিত্রে ব্যাটারীর পজিটিভ (+) দিক থেকে প্রবাহ প্রথমে মিটারের এক প্রান্তে আসে ও পরে মিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে ইলেকট্রিক বেল-এ উপস্থিত হয় এবং সুইচ মারফৎ পুনরায় ব্যাটারীর নেগেটিভ (-) প্রান্তে ফিরে আসে।

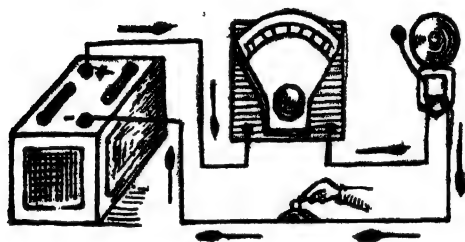


৩নং চিত্র—একটি সাধারণ এ্যাম্‌মিটারের চিত্র।

**ভোল্ট মিটার (Volt meter)**—ওয়াটার ওয়ার্কস বা পাশ্পিং স্টেশনে পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত জলের চাপকে জানবার জন্য ৩৭নং চিত্রে অঙ্কিত প্রেসার গেজকে (Pressure gauge) ব্যবহার করা হয়। আবার প্রত্যেক মোটর ও লারী চালকদের কাছে একটি ছোট প্রেসার গেজ থাকে, এই

প্রেসার গেজকে গাড়ীর টায়ারগুলির (Tyre) ভিতরকার বায়ুর চাপ (Pressure of air) জানবার জন্য ব্যবহার করা হয়।

ইলেকট্রিক্যাল প্রেসার—যা ইলেকট্রিক কারেন্টকে তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহের জন্য চাপ দেয়, তাকে জানবার জন্য যে যন্ত্রের ব্যবহার করা হয় তাকে বলা হয় ভোল্ট মিটার। ৩৮নং চিত্রে একটি ভোল্ট মিটারকে দেখান হয়েছে।



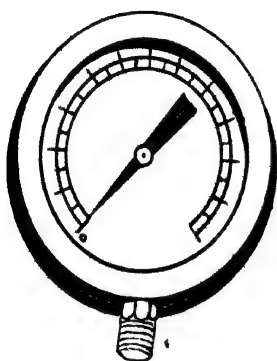
৩৮নং চিত্র—ওয়াটসনমিটার যুক্ত সার্কিট।

এই যন্ত্রকে ভোল্ট মিটার বলা হয় তার কারণ হচ্ছে এর দ্বারা ইলেকট্রিক্যাল প্রেসারকে ভোল্টের সাহায্যে নির্দেশ দেওয়া হয়। ৩৯নং চিত্রের ন্যায় ভোল্ট মিটারকে সকল ক্ষেত্রেই সার্কিটের সঙ্গে প্যারাললে যুক্ত করতে হয়।

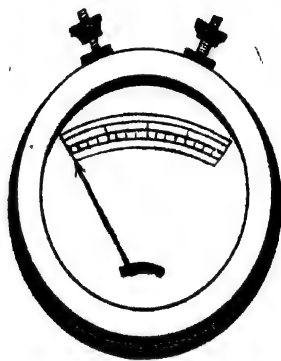
ইলেকট্রিকের কাজে এই ইলেকট্রিক প্রেসারকে বুঝাবার জন্য সাধারণত ভোল্টেজ (Voltage) কথাটি ব্যবহৃত হয়। যেমন—“তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক প্রেসার ইলেকট্রিক কারেন্টকে প্রবাহের জন্য চাপ দিচ্ছে”

বিকৃত কথাটি না বলে বলা হয় “তারের মধ্যকার ভোল্টেজ”।  
আবার—“ব্যাটারীর ইলেকট্রিক্যাল প্রেসার”-এর পরিবর্তে  
বলা হয় “ব্যাটারীর ভোল্টেজ” ইত্যাদি।

ডিরেক্ট কারেন্ট ও অলটারনেটিং কারেন্ট (Direct  
Current and Alternating Current)—ইলেকট্রিক  
কারেন্টকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—ডিরেক্ট



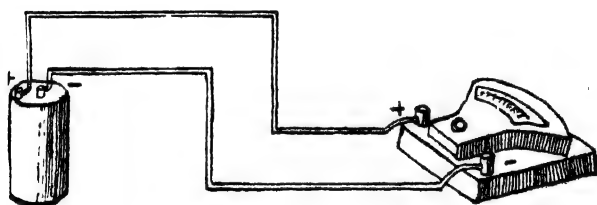
৩৭নং চিত্র—প্রেসারগেজ বা জলের  
বা ষ্টিমের চাপ মাত্রাকে জানবার  
জন্ত পাইপ সাক্ষিতে সংযুক্ত থাকে।



৩৮নং চিত্র—একটি সাধারণ  
ভোল্ট মিটারের চিত্র।

কারেন্ট (Direct Current) ও অলটারনেটিং কারেন্ট  
(Alternating Current)। ৪১নং চিত্রে ঐ দুই কারেন্টকে  
জল প্রবাহের সঙ্গে তুলনা করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য  
করলে দেখা যাবে যখন পাইপের মধ্যস্থিত পিস্টনটি (Pistou)  
সামনের দিকে চাপ দেবে—জলও তখন সামনের দিকে প্রবাহিত

হবে। পুনরায় পিস্টনটি যখন বিপরীত দিকে চাপ দেবে জলের প্রবাহও তখন বিপরীতমুখী হবে। এইভাবে যখন পাম্পটিকে চালনা করা হবে তখন পাইপের মধ্য দিয়ে জলের প্রবাহ প্রথমে একদিকে ও পরে বিপরীত দিকে চলাতে শুরু করবে অর্থাৎ জলের প্রবাহ অনবরত দিক পরিবর্তন করতে থাকবে। কারেন্টও ঠিক এইভাবে দিক পরিবর্তন করে থাকে। কিন্তু উপযুক্ত ব্যবস্থা করলে ঐ দিক পরিবর্তনশীল প্রবাহকে একাভিমুখী করা যায়। এই দিক-পরিবর্তনশীল প্রবাহকে বলা হয় **অণ্টারনেটিং কারেন্ট** সংক্ষেপে **A/C** এবং একাভিমুখী প্রবাহকে বলা হয়—**ডিরেক্ট কারেন্ট** সংক্ষেপে **D/C**।



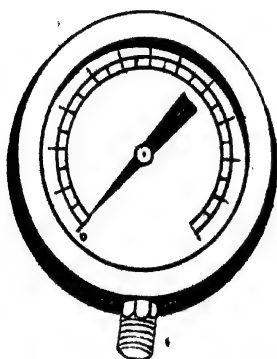
৩২ন. চিত্র—ভোল্ট মিটার যুক্ত সার্কিট।

কারেন্টের এই দিক পরিবর্তন এত দ্রুত হয় যে, মানুষের চোখে তা ধরা পড়ে না। সাধারণতঃ যে অণ্টারনেটিং কারেন্টে আমরা বৈদ্যুতিক আলো ও পাখা চালিয়ে থাকি তার কম্পন হলো ৫০ অথবা ৬০ সাইক্লস। অর্থাৎ অণ্টারনেটিং কারেন্ট যখন সেকেন্ডে ৫০ বার সম্পূর্ণ দিক পরিবর্তন করে তখন তাকে বলা হয় ৫০ সাইক্লস কারেন্ট ও ৬০ বার দিক পরিবর্তন করলে

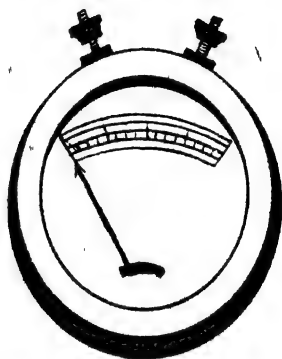


বিশুদ্ধ কথাটি না বলে বলা হয় “তারের মধ্যকার ভোল্টেজ”।  
আবার—“ব্যাটারীর ইলেকট্রিক্যাল প্রেসার”-এর পরিবর্তে  
বলা হয় “ব্যাটারীর ভোল্টেজ” ইত্যাদি।

ডিরেক্ট কারেন্ট ও অলটারনেটিং কারেন্ট (Direct  
Current and Alternating Current)—ইলেকট্রিক  
কারেন্টকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—ডিরেক্ট



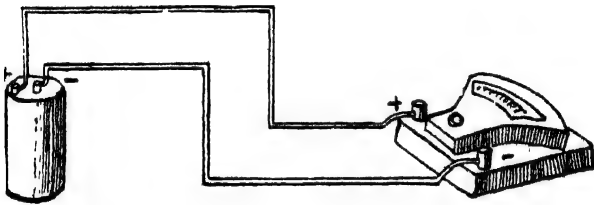
৩৭নং চিত্র—প্রেসারগেজ যা জলের  
বা ষ্টিমের চাপ মাত্রাকে জানবার  
জন্য পাইপ সাফিটে সংযুক্ত থাকে।



৩৮নং চিত্র—একটি সাধারণ  
ভোল্ট মিটারের চিত্র।

কারেন্ট (Direct Current) ও অলটারনেটিং কারেন্ট  
(Alternating Current)। ৪১নং চিত্রে ঐ দুই কারেন্টকে  
জল প্রবাহের সঙ্গে তুলনা করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য  
করলে দেখা যাবে যখন পাইপের মধ্যস্থিত পিস্টনটি (Piston)  
সামনের দিকে চাপ দেবে—জলও তখন সামনের দিকে প্রবাহিত

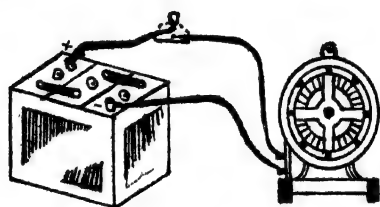
হবে। পুনরায় পিস্টনটি যখন বিপরীত দিকে চাপ দেবে জলের প্রবাহও তখন বিপরীতমুখী হবে। এইভাবে যখন পাম্পটিকে চালনা করা হবে তখন পাইপের মধ্য দিয়ে জলের প্রবাহ প্রথমে একদিকে ও পরে বিপরীত দিকে চলাতে শুরু করবে অর্থাৎ জলের প্রবাহ অনবরত দিক পরিবর্তন করতে থাকবে। কারেন্টও ঠিক এইভাবে দিক পরিবর্তন করে থাকে। কিন্তু উপযুক্ত ব্যবস্থা করলে ঐ দিক পরিবর্তনশীল প্রবাহকে একাভিমুখী করা যায়। এই দিক-পরিবর্তনশীল প্রবাহকে বলা হয় **অণ্টারনেটিং কারেন্ট** সংক্ষেপে A/C এবং একাভিমুখী প্রবাহকে বলা হয়—**ডিরেক্ট কারেন্ট** সংক্ষেপে D/C।



৩২ন. চিত্র—ভোল্ট মিটার যুক্ত সার্কিট।

কারেন্টের এই দিক পরিবর্তন এত দ্রুত হয় যে, মানুষের চোখে তা ধরা পড়ে না। সাধারণতঃ যে অণ্টারনেটিং কারেন্টে আমরা বৈদ্যুতিক আলো ও পাখা চালিয়ে থাকি তার কম্পন হলো ৫০ অথবা ৬০ সাইক্লস। অর্থাৎ অণ্টারনেটিং কারেন্ট যখন সেকেন্ডে ৫০ বার সম্পূর্ণ দিক পরিবর্তন করে তখন তাকে বলা হয় ৫০ সাইক্লস কারেন্ট ও ৬০ বার দিক পরিবর্তন করলে

তাকে বলা হয় ৬০ সাইক্লস কারেন্ট। রেডিও ওয়েভস থেকেও অন্টারনেটিং কারেন্ট পাওয়া যায়; অবশ্য তার ফ্রিকোয়েন্সি রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির সমান। অর্থাৎ এরিয়ালে যে অন্টারনেটিং কারেন্ট উপস্থিত হয় তার ফ্রিকোয়েন্সি হলো সেকেন্ডে হাজার থেকে কয়েক নিম্নতের সমান। তা বলে এ বুঝায় না যে, এরিয়ালের (এ্যান্টেনার) ঐ ক্ষুদ্র অন্টারনেটিং কারেন্টকে সোজা নিয়ে গিয়ে স্পীকারে উপস্থিত করা হয়। এর জন্য ডিটেকশনের প্রয়োজন। এই ডিটেকশন সম্বন্ধে পরে আলোচনা করবো।

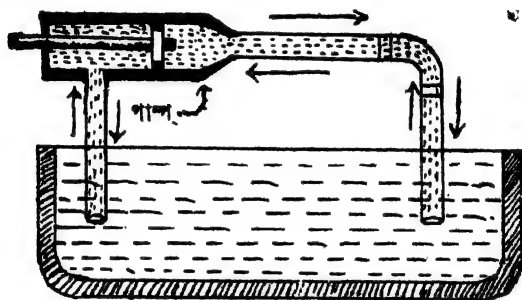


৪০নং চিত্র — ব্যাটারী ভোল্টেজে যুক্ত ইলেকট্রিক মোটার।

### ইলেকট্রিক রেজিস্ট্যান্স ( Electric Resistance )—

পূর্বেই বলেছি, বৈদ্যুতিক চাপের সাহায্যে কোন পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-প্রবাহ উৎপন্ন করা যায় এবং বৈদ্যুতিক চাপমাত্রার তারতম্য অনুযায়ী প্রবাহের পরিমাণ নির্ধারিত হয়। চাপ (ভোল্টেজ) বেশী হলে প্রবাহ (কারেন্ট) বৃদ্ধি পায় এবং চাপ কম হলে প্রবাহ কমে যায়। কিন্তু যে পথের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, তাকে এখনও হিসাবের

মধ্যে ধরা হয়নি। এই পথের কার্যকারিতাকেও আমাদের হিসাবের মধ্যে আনতে হবে—কারণ প্রবাহের পরিমাণ শুধু চাপ-শক্তির উপরই নির্ভর করে না—যে পদার্থের মধ্য দিয়ে প্রবাহ চলবে, সে পদার্থের স্বাভাবিক পরমানুগত ধর্ম বা সংগঠন এবং আয়তন ইত্যাদিও প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে। ইলেকট্রিক ভোল্টেজের ফলে পরিবাহী পদার্থের মধ্যে আলগাভাবে সংযুক্ত ইলেকট্রনগুলি এক পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে যাতায়াত করে



৪১নং চিত্র—এখানে ডিরেক্ট কারেন্ট ও অন্টারনেটিং কারেন্টকে জলের প্রবাহের সঙ্গে তুলনামূলক ভাবে অঙ্কন করা হয়েছে।

—অর্থাৎ এক পরমাণুর সঙ্গে সংঘর্ষে আসে ও সেখানকার ইলেকট্রন স্থানচ্যুত হয়। এই সমস্ত সংঘর্ষের অর্থই হচ্ছে কাজ করা, আর কাজ হলেই শক্তি (এনার্জি) খরচ হয়।

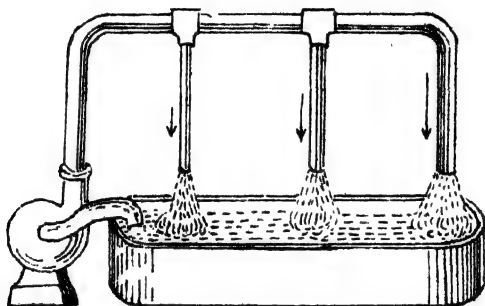
তা হলে এই দেখা যাচ্ছে যে, অপরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে চলতে গেলেই ইলেকট্রনগুলিকে এনার্জি খরচ করতে হয়। তার মানে, ইলেকট্রনগুলির অগ্রগতির পথে কিছুটা

বাধা রয়েছে। বাধা না থাকলে নিশ্চয়ই এনার্জি খরচের প্রায়ই উঠে না। যেমন ধরা যাক, একজন সুস্থ সবল ব্যক্তি ছুটে চলেছেন রাস্তা দিয়ে। এইভাবে কিছুক্ষণ ছোট্টার পর যে শক্তি নিয়ে তিনি প্রথম ছুটে আরম্ভ করেছিলেন—ঠিক সেই শক্তি কি তাঁর থাকবে? মোটেই না, কারণ কারণ তা থাকে না। তখন মনে হয় যেন শরীর ক্লান্ত হয়ে আসছে, পা দুটি যেন আর চলতে চায় না। বলতে পারেন কেন এ ক্লান্তি আসে? কারণ, বাধাকে জয় করে, পা দুটিকে সমান তালে ফেলে, নিজেকে এগিয়ে নিয়ে যেতে গিয়ে দেহের শক্তি ক্রমাগত ক্ষয় হয়ে থাকে; ফলেই এই অবস্থার সৃষ্টি হয়। তা হলে এ সকল ক্ষেত্রে যেমন বাধার অস্তিত্ব আছে, ইলেকট্রিক কারেন্টের ক্ষেত্রেও ঐ ধরনের বাধা রয়েছে। এই বাধাকে ইংরাজীতে বলা হয় **রেজিস্ট্যান্স** (Resistance) বাংলায় যাকে বলা যায় 'রোধ' বা 'প্রতিরোধ'।

এক্ষম দেখা যাচ্ছে ইলেকট্রিক কারেন্টের সঙ্গে একদিকে যেমন জড়িত রয়েছে ইলেকট্রিক ভোল্টেজ, অন্যদিকে তেমনি রয়েছে বৈদ্যুতিক প্রতিরোধ (ইলেকট্রিক রেজিস্ট্যান্স)। যে পথের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সেই পথের রেজিস্ট্যান্স যদি বৃদ্ধি পায় তা হলে কারেন্ট ক্ষীণতর হয়ে পড়ে এবং রেজিস্ট্যান্স কমে গেলে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। ৪২নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেতে পাওয়া যাবে

—পাম্পের সাহায্যে প্রত্যেকটি পাইপের মধ্যে সমান চাপ সৃষ্টি করা হয়েছে। কিন্তু বিভিন্ন মাপের পাইপ থাকার দরুন বিভিন্ন রকম জল প্রবাহের উৎপত্তি হচ্ছে। চিত্রে অঙ্কিত তীর চিহ্নগুলি লক্ষ্য করলে তা বুঝতে পারা যাবে।

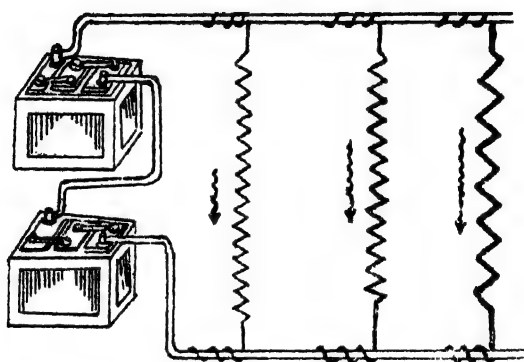
৪৩নং চিত্রটি ৪২নং চিত্রের অনুরূপ। এখানে পাম্পের পরিবর্তে ব্যাটারী রাখা হচ্ছে এবং বিভিন্ন রকম পাইপের পরিবর্তে—বিভিন্ন আকারের রেজিস্ট্যান্স রাখা হয়েছে।



৪২নং চিত্র - জল প্রবাহের সাথে ইলেকট্রিক্যাল রেজিস্ট্যান্সের বিশ্লেষণ।

পূর্বের যেমন জলের চাপ সমান থাকা সত্ত্বেও বিভিন্ন রকম পাইপের মধ্য দিয়ে বিভিন্ন রকম জলের প্রবাহের সৃষ্টি হচ্ছিল অর্থাৎ মোটা পাইপের মধ্য দিয়ে মোটা ও সরু পাইপের মধ্য দিয়ে সরু প্রবাহের সৃষ্টি হয়েছিল, এখানেও সেইরূপ মোটা তারযুক্ত রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে বেশী ও অপেক্ষাকৃত সরু তারযুক্ত রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কম কারেন্ট

সৃষ্টি হবে। কিন্তু ভোল্টেজ মেপে দেখলে দেখতে পাব সমস্ত সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজ সমানই আছে। প্রয়োজন অনুযায়ী কারেন্টকে কাজে লাগাতে হলে রেজিস্ট্যান্সের ব্যবহার ভাল করে জানা দরকার—যেহেতু শুধু বেতারের কাজেই নয়, সমগ্র বিদ্যুৎ-বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে রেজিস্ট্যান্স একান্ত প্রয়োজনীয়।



৪৩নং চিত্র—ভিন্ন ভিন্ন ব্যাস বিশিষ্ট পাইপ সার্কিটের মধ্য দিয়ে যেমন বিভিন্ন রকম জলপ্রবাহের সৃষ্টি হয় তেমনি বিভিন্ন পরিমাণবিশিষ্ট রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়েও ভিন্ন ভিন্ন পরিমাপের ইলেকট্রিক কারেন্ট পাওয়া যায়।

রেজিস্ট্যান্সের একক ( Unit of Resistance )—  
ভোল্টেজ ও কারেন্টের একক আমরা পেয়েছি। এখন রেজিস্ট্যান্সের একক সম্বন্ধে দেখতে হবে। জার্মান গণিতবিদ জর্জ সাইমন ওম্ ( George Simon Ohm ) অঙ্ক শাস্ত্রের মারফৎ ভোল্টেজ ও কারেন্টের সঙ্গে রেজিস্ট্যান্সের

পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ধারণ করেছিলেন বলেই তাঁর নামানুযায়ী পদার্থের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের একককে “ওম্” বলা হয়।

কোন পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে যদি এক ভোল্ট বিদ্যুৎচালক শক্তির চাপে এক অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট চলে তা হলে ঐ পদার্থের রেজিস্ট্যান্সের মাত্রাকে এক ওম্ বলে। আবার উচ্চ মাত্রাবিশিষ্ট রেজিস্ট্যান্সকে কিলো ওমেগ, অর্থাৎ এক হাজার ওম্কে এক কিলো ওম্ (Killo Ohm) এবং দশ লক্ষ্য ওম্কে বা এক হাজার কিলো ওম্কে এক মেগ ওম্ (Meg Ohm) এই শব্দের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যথা :—  
 $1000 \text{ ওম্} = 1 \text{ কিলো ওম্}$ ।  $10,00,000 \text{ ওম্}$  বা  $1000 \text{ কিলো ওম্} = 1 \text{ মেগ ওম্}$ ।

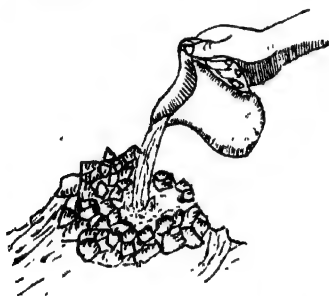
ওম্ বুঝাবার প্রতীক চিহ্ন, যেটা বিদ্যুৎ শাস্ত্রে ব্যবহার করা হয় সেটি হলো  $\Omega$ । এই চিহ্নটি বিশেষভাবে মনে রাখতে হবে।

**কণ্ডাক্টর ও ইনসুলেটর (Conductor and Insulator) :**—ইলেকট্রিক কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স প্রভৃতি সম্বন্ধে তথ্য জানা হয়েছে বটে—কিন্তু যার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তার সম্পর্ক কিছুই এখনও বলা হয়নি। যখন প্রত্যেকটি সংযোগকারী পদার্থের আয়তন একই রকম হয় এবং তাদের দুই প্রান্তের ভোল্টেজ একই পরিমাণবিশিষ্ট হয়, তখন সবগুলির মধ্য দিয়ে সমশক্তিবিশিষ্ট বিদ্যুৎপ্রবাহ চলা উচিত। কিন্তু তা না হয়ে দেখা যায়, রেশমী সূতার ক্ষেত্রে কোনরূপ প্রবাহ পাওয়া যায় না। লোহার তারের ক্ষেত্রে প্রবাহের



নির্দেশ পাওয়া যায় বটে, তবে আমার তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের মতো তা শক্তিশালী নয়। কেন এমন হয়? কেন রেশমী-সূতার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ পথ পায় না?

এ প্রশ্নের উত্তর দিতে গেলে কণ্ডাক্টর ও নন-কণ্ডাক্টরের কথা এসে পরে। ৪৪নং ও ৪৫নং চিত্র দুটি লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। চিত্রে দেখান হয়েছে যে কতকগুলি পাথরখণ্ড যুক্ত আধারের মধ্যে যদি এক মগ জল ঢালা যায় তাহলে সে জল আধারের



৪৪নং চিত্র—পাথর খণ্ড যুক্ত আধারের মধ্যে নিক্ষিপ্ত জল।

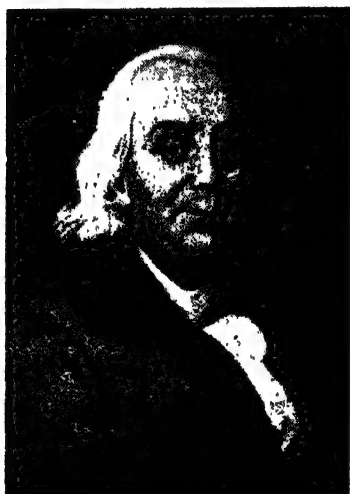


৪৫নং চিত্র—কাদা মাটির আধারে নিক্ষিপ্ত জল।

মধ্যে বেশীক্ষণ স্থায়ী হয় না, অল্পক্ষণের মধ্যেই চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। কিন্তু যদি পাথরের পরিবর্তে বালি বা কাদামাটির আধার প্রস্তুত করে তার মধ্যে জল ঢালা হয় তাহলে সেক্ষেত্রে জলকে বাহির হয়ে আসতে বেশ কিছুক্ষণ সময় লাগবে। আবার লক্ষ্য করলে দেখা যাবে কাদামাটির চেয়ে বালির মধ্য দিয়ে জল আরও আগে পথ পায়। কাজেকাজেই দেখা যাচ্ছে জলের প্রবাহপথে পাথরখণ্ড ও বালির চেয়ে কাদামাটির বাধা দেওয়ার ক্ষমতা বেশী। এক্ষেত্রে জলকে পথ দেওয়া সম্পর্কে বাধা অস্বাভাবিক পদার্থগুলি যেমন বিভিন্ন

ভাগে বিভক্ত তেমনি বিদ্যুৎ শাখাও কারেন্ট প্রবাহকে পথ দেওয়া সম্পর্কে সমস্ত পদার্থগুলি মোটামুটি দুই ভাগে বিভক্ত, যেমন :—

- ১। যারা পথ দেয় তাদের বলা হয় কণ্ডাকটর (পরিবাহী)।
- ২। যারা পথ দেয় না, তাদের বলা হয় নন-কণ্ডাকটর বা ইনসুলেটর ; ( অপরিবাহী অথবা রোধক )।



বেঞ্জামিন ফ্রাঙ্কলিন

১৭০৬—১৭৯০

যে পদার্থের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে গিয়ে বিদ্যুৎ-প্রবাহ সহজে বাধা পায় না তাকে বলা হয় কণ্ডাকটর ; আর যার মধ্য দিয়ে প্রবাহের সময় বিদ্যুৎ-প্রবাহ সহজে বাধা

পায় তাকে বলা হয়, নন-কণ্ডাক্টর বা ইনসুলেটর। তাই রেশম নন-কণ্ডাকটরের (অপরীবাহী) পর্যায়ে পড়ে এবং লোহা ও তামা তারতম্য সত্ত্বেও কণ্ডাকটরের (পরিবাহী) পর্যায়ে পড়ে।

বস্তুতঃ এমন কোন জিনিষ নাই যা, বিদ্যুৎ প্রবাহকে একেবারে কিছুমাত্র বাধা না দেয়। আবার এমন কোন জিনিষ নাই, যার মধ্য দিয়ে কিছুমাত্র বিদ্যুৎপ্রবাহ প্রবাহিত না হয়। সম্পূর্ণ ইনসুলেটর বলেও কোন জিনিষ নেই, সম্পূর্ণ কণ্ডাক্টর বলেও কোন জিনিষ নেই। কারণ, দুই ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপবিশিষ্ট সার্কিটে যে সব জিনিষকে ইনসুলেটর হিসাবে ধরা হয়, সেই সার্কিটে দুই-এর শতগুণ চাপবিশিষ্ট বৈদ্যুতিক চাপের সৃষ্টি করলে তারাই আবার অল্পবিস্তর কণ্ডাক্টর হয়ে দাঁড়ায়।

যে ধর্মের বশে ধাতুনির্মিত তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎপ্রবাহ সহজে চলাফেরা করতে পারে, সেই ধর্মের নাম **কণ্ডাক্ট্যান্স** (Conductance)। ধাতুর কণ্ডাক্ট্যান্স বেশী, আর রেজিষ্ট্যান্স কম; রবার, দড়ি প্রভৃতির মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎপ্রবাহ চলাফেরা করতে পারে না। কারণ রবাবের রেজিষ্ট্যান্স খুব বেশী, আর কণ্ডাক্ট্যান্স নেই বললেই হয়। তাই রবার বস্তুটি ইনসুলেসনের কাজে সব চেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয়।

ধাতুর কণ্ডাক্ট্যান্সের একটি মোটামুটি তালিকা দেওয়া

হল :—

## তালিকা—৪

যে সব জিনিষের কণাক্ট্যান্স খুব বেশী তাদের নাম :—

লোহা ( Iron )	রূপা ( Silver )
সীসা ( Lead )	সোনা ( Gold )
পারা ( Mercury )	পিতল ( Brass )
ম্যাঙ্গানিজ ( Manganese )	দস্তা ( Zinc )
নিকেল ( Nickel )	তামা ( Copper )
প্লাটিনয়েড ( Platinoid )	প্লাটিনাম্ ( Platinum )

যে সব জিনিষের কণাক্ট্যান্স খুব কম :—

অভ্র ( Mica )	চীনা মাটি ( Porcelain )
কাচ ( Glass )	ইবনাইট ( Ebonite )
জল ( Water )	রবার ( Rubber )
বায়ু ( Air )	শুকনো কাঠ—নানা রকম
রেশম ( Silk )	শুকনো কাগজ ( Dry Paper )

যে সব জিনিষের কণাক্ট্যান্স মাঝারী রকম :—

ভিজ়ে মাটি ( Wet Earth )	কার্বন ( Carbon )
কাঠ-কয়লা ও পোড়া কয়লা ( Charcoal and Coke )	

আপাততঃ বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিষ্ট্যান্স কি, কি ভাবে বেজিষ্ট্যান্সের সাহায্যে বৈদ্যুতিক কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করা যায় তা বলা হলো। এখন কিভাবে রেজিষ্ট্যান্সকে বৈদ্যুতিক কারেন্ট নিয়ন্ত্রণের কাজে প্রয়োগ করতে হবে অর্থাৎ কোন একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজ থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ কারেন্টের জন্ম কতখানি রেজিষ্ট্যান্স দরকার বা কোন নির্দিষ্ট বেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কতখানি কারেন্ট শক্তি পাওয়া যাবে, তার হিসাব আমরা পরে ওম্ সূত্রের ( Ohm's Law ) মধ্যে পাব। কারেন্টের এই পরিমাণ নির্ধারণ করার ব্যাপারেই ওম্ সূত্রের প্রয়োজন। এই সূত্র না জানা থাকলে কিছুতেই কারেন্টের পরিমাণ বের করা যায় না। এর প্রয়োগ সম্বন্ধে সব কিছু পরে আমরা জানতে পারবো। এখন শুধু তার বিষয়বস্তুগুলি কি তা বলা হলো।

## **Test Questions**

1. *What is electricity ?*
  2. *How is electricity classified ?*
  3. *What is meant by electric current ?*
  4. *What is electric pressure called ?*
  5. *What unit is used to measure the electric current ?*
  6. *The plate current of a certain tube is 60 milliamperes. Express this current in amperes and microamperes.*
  7. *What is volt and why it is so called ?*
  8. *Express 20 microvolts into killovts.*
  9. *What are direct current and alternating current ?*
  10. *What is resistance ?*
  11. *Why the unit of resistance is termed in ohm ?*
  12. *What symbol is used to denote or express "ohm" ?*
  13. *The plate resistor used in a certain stage of a radio circuit has a resistance of 5 megohm. Express this in ohms and killo-ohms.*
  14. *Define : Volts, ampere and ohms.*
  15. *What is the difference between a conductor and an insulator ?*
  16. *What is meant by the term "conductance" ?*
-

## চতুর্থ অধ্যায়

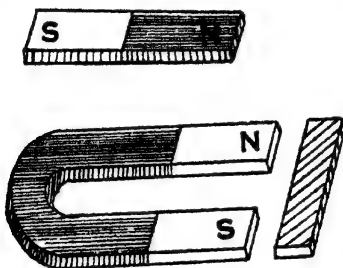


# ম্যাগনেটিজম্ ও ইলেকট্রো- ম্যাগনেটিজম্

স্বাচরাণ ম্যাগনেট ( Natural magnet ) :—যদিও বৈদ্যুতিক শক্তি ও চুম্বক শক্তির মধ্যে সম্পর্ক কি তা জ্ঞানতে পারা গেছে মাত্র একশত বৎসর পূর্বে, কিন্তু ইতিহাসের পাতা উন্টালে দেখা যায়, মানব-সভ্যতার আদিম যুগেও মানুষের সহিত চুম্বক শক্তির পরিচয় ছিল। প্রাচীন কালের নাবিকেরা তাঁদের গন্তব্য স্থানে পৌঁছিবার জন্য লোডষ্টোন ( Lodestone ) নামে এক প্রকার চুম্বক ( Magnet ) ব্যবহার করতেন। মৃত্তিকাগহ্বর হতে আবিষ্কৃত এই লোডষ্টোন হলো অক্সাইড অব আয়রনে গঠিত এক প্রকার প্রস্তর যা সর্বপ্রথম আবিষ্কৃত হয় এশিয়া মাইনরের ম্যাগনেসিয়া নামক প্রদেশে। কিন্তু লাতিন লেখক Pliny-র মতে ম্যাগনেট কথাটার উৎপত্তি হয় গ্রীক দেশীয় মেঘপালক (Greek Shepherd) ম্যাগনেস (Magnes) এর নামানুযায়ী, যিনি আইডা ( Ida ) নামক পর্বতের উপর অবস্থিত এক প্রকাণ্ড প্রস্তর খণ্ড দ্বারা তাঁর হস্তস্থিত লৌহ-যষ্টির প্রতি আকর্ষণ সর্ব প্রথম লক্ষ্য করেছিলেন। লৌহ ও ইম্পাতের প্রতি আকর্ষণ-শক্তিসম্পন্ন এই প্রস্তর খণ্ডই স্বভাবজ চুম্বক বা স্বাচরাণ ম্যাগনেট ( Natural Magnet ) নামে পরিচিত। এর এক প্রান্ত বরাবরই উত্তরাতিমুখে থাকে। কাজে কাজেই স্বভাবজ চুম্বক বা স্বাচরাণ

ম্যাগনেটের এই বিশেষ গুণের জন্মই প্রাচীন কালের নাবিকেরা একে দিগ্‌নির্ণয়ের কাজে ব্যবহার করতেন এবং সেই কারণেই একে বলা হয় দিগ্‌নির্ণয় প্রস্তর বা লোডষ্টোন (Lodestone বা Leading Stone)। এর আর এক নাম হচ্ছে ম্যাগনেটাইট (Magnetit)

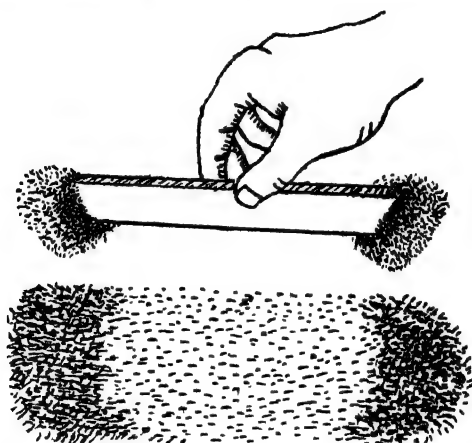
**আর্টিফিসিয়াল ম্যাগনেট—(Artificial Magnet)**  
বা কৃত্তিম চুম্বক, সকল পদার্থ অর্থাৎ তামা, পিতল প্রভৃতি জিনিষ দ্বারা তৈরী হয় না। শুধু লৌহের দ্বারা সম্ভব হলেও



৪৭নং ও ৪৮নং চিত্র—এখানে বার ম্যাগনেট এবং আরমেচার (লৌহখণ্ড)  
সহ হর্স-শু ম্যাগনেটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

সকল প্রকার লৌহের দ্বারা উহা সম্ভব নয়। কারণ কাঁচা লৌহার দ্বারা ম্যাগনেট প্রস্তুত করলে তার চুম্বকত্ব অল্পকাল স্থায়ী হয়। তাই স্থায়ী চুম্বক বা পারমানেন্ট ম্যাগনেট (Permanent Magnet) এর জন্ম ইম্পাতাই সব চেয়ে ভাল। যে চুম্বক তার চুম্বকত্বকে অধিক দিন স্থায়ী রাখতে পারে তাকেই পারমানেন্ট ম্যাগনেট বলে। আর্টিফিসিয়াল ম্যাগনেটের চুম্বকত্বকে স্থায়ী রাখবার জন্য Keeper বা Armature (আরমেচার) নামে ৪৮নং চিত্রের স্থায়ী একপ্রকার লৌহ খণ্ডকে ব্যবহার করা হয়।

আর্টিফিসিয়াল ম্যাগনেট সাধারণতঃ দুই প্রকারে প্রস্তুত  
হয়ে থাকে। প্রথমতঃ একখণ্ড শক্ত ইস্পাতের (a piece  
of hard steel) উপর কোন জ্বাচারাল ম্যাগনেটকে  
নিয়ম মত ভাবে ঘর্ষণ দ্বারা—এখানে নিয়ম মত বলতে  
ইস্পাতের মধ্যভাগ থেকে প্রথমে একদিকে ও পুনরায়  
মধ্যভাগ থেকে অপর দিকে ঘর্ষণ করতে হয়। এলোমেলো  
ভাবে ঘর্ষণ করলে ইস্পাত চুম্বকধর্মী হয় না। দ্বিতীয় উপায়  
বৈদ্যুতিক প্রণালিতে অর্থাৎ ইলেকট্রো-ম্যাগনেটের সাহায্যে।



৪২নং চিত্র ম্যাগনেটিক পোল বা মেরুকে এখানে পরীক্ষা  
মূলক ভাবে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

৪৭নং চিত্রে চুম্বক দণ্ড বা বার ম্যাগনেটকে (Bar Magnet)  
এবং ৮৪নং চিত্রে অশ্ব খুরাকৃতি চুম্বক বা হর্স-শু ম্যাগনেটকে  
(Horse-shoe Magnet) অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

**ম্যাগনেটের মেরু বা পোল (Poles of Magnet) —**

৪৯নং চিত্রের জায় যদি একটুকরা কাগজের উপর কিছু

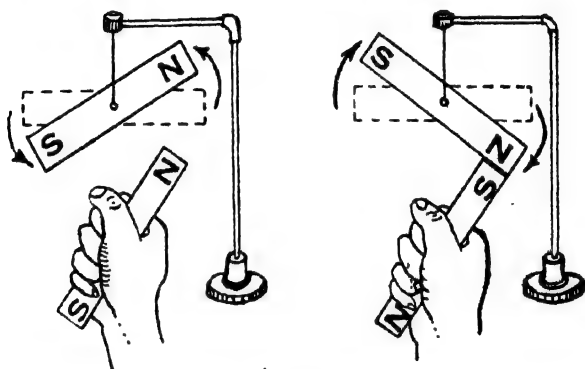


লোহার গুঁড়া রেখে তার নিকট একটা ম্যাগনেট আনা যায়, তাহলে দেখা যাবে, লোহার গুঁড়াগুলি ম্যাগনেটের গায়ে সম্ভবত্ব হয়ে গেছে। এমন কি ম্যাগনেটটিকে যদি সমস্ত গুঁড়াগুলির উপর ফেলে ঘুরান যায়, তাহলেও দেখা যাবে, গুঁড়াগুলি ম্যাগনেটের মধ্যভাগের চেয়ে তার দুই প্রান্তে বেশী সংলগ্ন হয়ে আছে। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে, একটি লম্বা আকৃতির ম্যাগনেটের (বার ম্যাগনেট) প্রান্তদ্বয়ের আকর্ষণ-শক্তি অধিক এবং মধ্যভাগের কোন আকর্ষণ-শক্তি নাই বললেই হয়। ম্যাগনেটের এই দুই প্রান্তকেই পোল (Pole) বা মেরু বলা হয়।

বৈজ্ঞানিকেরা বলেন যে, পৃথিবী নিজেই একটি বৃহৎ চুম্বক। উহার দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরুর নিকট এবং উত্তর মেরু ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরুর নিকট অবস্থিত। তাই একটি চুম্বক দণ্ড বা বার ম্যাগনেটকে মধ্যভাগে সূতা বেঁধে ঝুলিয়ে দিলে ঝুলান অবস্থায় ম্যাগনেটের উত্তর ও দক্ষিণ মেরু যথাক্রমে ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ ও উত্তর মেরু দ্বারা আকৃষ্ট হয় বলেই ঝুলান ম্যাগনেটটি অথ কোন দিক অবলম্বন না করে কেবলমাত্র উত্তর-দক্ষিণে স্থির হয়ে দাঁড়িয়ে থাকে। ম্যাগনেটের যে দিকটা উত্তর দিকে মুখ করে থাকে তাকে বলা হয় উত্তর সন্ধানী (North seeking) বা উত্তর মেরু (North Pole) আর যে দিক দক্ষিণ দিকে মুখ করে থাকে তাকে বলা হয় দক্ষিণ সন্ধানী (South seeking) বা দক্ষিণ মেরু (South Pole)। সংক্ষেপে 'উ' ও 'দ' (N ও S)।

ম্যাগনেটের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ (Magnetic attraction and repulsion) —পূর্বেবক্ত পরীক্ষা দ্বারা ম্যাগনেটের উত্তর প্রান্তস্থিত পোল বা মেরুর কার্যকারিতাকে বুঝা যায় স্বর্টে কিন্তু তাদের উভয়ের বিপরীত কার্যক্রমকে জানতে হলে

দুটি ম্যাগনেটের দরকার। যে কোন একটি ম্যাগনেটকে ৫০ নং চিত্রের স্থায় সূতা বেঁধে ঝুলিয়ে দিলে দেখতে পাওয়া যাবে, ম্যাগনেটটি কিছুক্ষণ দোলার পর উত্তর দক্ষিণে স্থির হয়ে আছে। এইবার চিত্রের স্থায় দ্বিতীয় ম্যাগনেটের উত্তর মেরু (N) যদি প্রথমোক্ত ম্যাগনেটের (ঝুলান) উত্তর মেরুর (N) দিকে আনা যায়, তাহলে দেখা যাবে, প্রথমোক্ত ম্যাগনেটটি পিছু দিকে সরে যাচ্ছে—যেন বিকর্ষণ করছে। পুনরায় যদি দ্বিতীয় ম্যাগনেটের দক্ষিণ মেরু প্রথমোক্ত ম্যাগনেটের



৫০ - ৫১নং চিত্র—ম্যাগনেটদ্বয়ের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ।

দক্ষিণ মেরুর দিকে ধীরে ধীরে নিয়ে যাওয়া যায়, তাহলে দেখা যাবে, পূর্বের স্থায় এবারও প্রথমোক্ত ম্যাগনেটটি বিপরীত দিকে যাবে। কিন্তু যদি ভিন্ন ধর্মী মেরু পরস্পরের নিকট আনা যায় অর্থাৎ ৫১নং চিত্রের স্থায় প্রথমোক্ত ম্যাগনেটের উত্তর মেরু দ্বিতীয় ম্যাগনেটের দক্ষিণ মেরুর নিকট অথবা প্রথমোক্ত ম্যাগনেটের দক্ষিণ মেরু দ্বিতীয় ম্যাগনেটের উত্তর মেরুর নিকট আনা যায়, তখন তারা দূরে না গিয়ে পরস্পর

পরস্পরকে আকর্ষণ করবে। অতএব এই থেকে প্রমাণিত হয় যে :—

১। ম্যাগনেটের সম প্রকৃতি মেরু পরস্পরকে বিকর্ষণ করে ( Like poles repel )।

২। ম্যাগনেটের ভিন্ন প্রকৃতির মেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে ( Unlike poles attract )

ম্যাগনেটদ্বয়ের এই আকর্ষণ ও বিকর্ষণ সম্বন্ধে করাসী বৈজ্ঞানিক Coulomb সর্বপ্রথম লক্ষ্য করেছিলেন যে, পোলদ্বয়ের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ শক্তি, তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গফল ( square of the distance ) এর উপর নির্ভর করে অর্থাৎ ৫১নং চিত্রে অঙ্কিত ম্যাগনেটদ্বয়ের ঐ নির্দিষ্ট দূরত্বকে দ্বিগুণ বর্দ্ধিত করলে পোলদ্বয়ের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ শক্তি ঐ নির্দিষ্ট দূরত্বের শক্তির চেয়ে এক-চতুর্থাংশ ( One-fourth ) কমে যায় এবং তিন গুণ দূরত্বে নিয়ে গেলে এক-নবমাংশ ( One-ninth ) শক্তি কমে যায়।

তিনি আরও লক্ষ্য করেছিলেন যে, পূর্বের বর্ণিত ম্যাগনেটদ্বয়ের ন্যায় একটি একই শক্তির ম্যাগনেটকে আগের ঐ ম্যাগনেটদ্বয়ের যে কোন একটির সহিত যুক্ত করলে অর্থাৎ দুটি নির্দিষ্ট দূরত্ব ( equal length or distance ) বিশিষ্ট ম্যাগনেটদ্বয়ের যে কোন একটি শক্তির দ্বিগুণ করলে তার আকর্ষণ ও বিকর্ষণ শক্তি ( force of attraction and repulsion ) দ্বিগুণ বৃদ্ধি পাবে। তাঁর মতে ম্যাগনেটদ্বয়ের এই ফোর্স ( force ) এবং দূরত্ব ( Length or distance ) এদের একটা করে ইউনিট ( unit ) ঠিক করতে পারলে প্রত্যেকটি ম্যাগনেট পোলার আকর্ষণ ও বিকর্ষণ শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। যেমন এক্ষেত্রে যদি লেংথ-এর ইউনিটকে সেন্টিমিটার ( centimeter ) এবং ফোর্স-এর

ইউনিটকে ডাইন (dyne) বলে ধরে নেওয়া হয়, তাহলে ঐ ইউনিট পোলকে এইভাবে ব্যাখ্যা করা চলে—

*“An unit magnetic pole is one of such a strength that when placed at a distance of one centimeter ( $\frac{1}{80}$  inch) from a similar pole of equal strength it repels it with a force of one dyne ( $\frac{1}{160000}$  ounce)”*

কাজে কাজেই দেখা বাচ্ছে যে কোন একটি পোলের শক্তি বা ম্যাগনেটিজমের পরিমাণকে (quantity of magnetism) পরিমাপ করা হয় এক সেন্টিমিটার দূরত্বের দুইটি একক শক্তি (unit strength) বিশিষ্ট ম্যাগনেটিক পোলদ্বয়ের মধ্যবর্তী ডাইন শক্তির (dyne of force) সাহায্যে। যেমন উদাহরণ স্বরূপ—পোলদ্বয়ের ঐ শক্তি যদি হয় ৫০ ডাইন, তাহলে বলা হবে যে পোলগুলি ৫০ ইউনিট ম্যাগনেটিজম বিশিষ্ট।

উপরিলিখিত বিষয়টি সূত্রের আকারে লিখলে হয় :—

$$F = \frac{m_1 m_2}{d^2} \dots \dots \dots (i)$$

এখানে  $F$  হচ্ছে ফোর্স বা ডাইন হিসাবে পোলদ্বয়ের আকর্ষণ ও বিকর্ষণ শক্তির পরিমাণ;  $m_1$  হচ্ছে যে কোন একটি পোলের ম্যাগনেটিজমের পরিমাণ এবং  $m_2$  হচ্ছে অপর পোলের ম্যাগনেটিজমের পরিমাণ আর  $d$  হচ্ছে পোলদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব (এক্ষেত্রে দূরত্বের বর্গ)। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে।

উদাহরণ ১—যদি একটি ৪০০ ইউনিট শক্তি (unit strength) বিশিষ্ট উত্তর মেরু বা N পোলকে আর একটি ১০০ ইউনিট শক্তি বিশিষ্ট উত্তর মেরু বা N পোল

থেকে ৫ সেন্টিমিটার দূরত্বে রাখা হয়, তাহলে তাদের ফোর্স বা ডাইন হিসাবে বিকর্ষণ শক্তির পরিমাণ কত হবে?

সূত্র হচ্ছে :—

$$F = \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

অতএব,  $m_1$  বলা হয়েছে ৪০০;  $m_2$  হচ্ছে ১০০  
আর  $d^2$  হচ্ছে ৫।

$$\therefore F = \frac{400 \times 100}{5^2} = \frac{40000}{25} = 1600 \text{ ডাইন।}$$

উদাহরণ ২—যথাক্রমে ৫০০ এবং ২০০ ইউনিট শক্তি  
বিশিষ্ট দুইটি ম্যাগনেটিক পোল যদি ১০০০ ফোর্স বা ডাইন  
শক্তির সাহায্যে পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাহলে  
পোলদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব কত হবে?

সূত্র হচ্ছে :—

$$F = \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

এথেকে দূরত্বের জন্য সূত্র পাই :—

$$d^2 = \frac{m_1 m_2}{F}$$

$$\text{এবং} \quad d = \sqrt{\frac{m_1 m_2}{F}}$$

অতএব,  $m_1$  বলা হয়েছে ৫০০, এবং  $m_2$  বলা হয়েছে ২০০; আর  $F$  হচ্ছে ১০০০।

$$\begin{aligned}\therefore d &= \sqrt{\frac{৫০০ \times ২০০}{১০০০}} \\ &= \sqrt{\frac{১০০০০০}{১০০০}} \\ &= \sqrt{১০০} \\ &= ১০ \text{ সেন্টিমিটার (cm.)}\end{aligned}$$

উদাহরণ ৩—৫ সেন্টিমিটার দূরত্বের দুইটি ম্যাগনেটিক পোল যথা  $m_1$  ও  $m_2$ . ২০০০ ফোর্স বা ডাইন শক্তির সাহায্যে পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করছে, এক্ষেত্রে  $m_2$  এর পরিমাণ ৫০০ ইউনিট;  $m_1$  এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

সূত্র হচ্ছে:—

$$F = \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

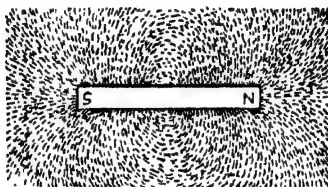
এথেকে  $m_1$  এর জন্য সূত্র পাই:—

$$m_1 = \frac{F d^2}{m_2}$$

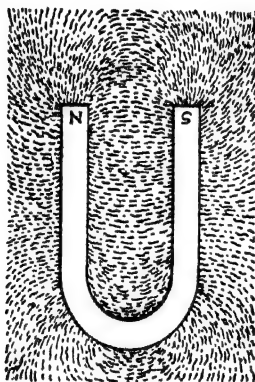
অতএব  $d$  বলা হয়েছে ৫; এবং  $F$  বলা হয়েছে ২০০০; আর  $m_2$  হচ্ছে ৫০০

$$\therefore m_1 = \frac{২০০০ \times ২৫}{৫০০} = \frac{৫০০০০}{৫০০} = ১০০ \text{ ইউনিট।}$$

**ম্যাগনেটিক ফিল্ড (Magnetic Field)**—এক টুকরা কার্ড-বোর্ডের উপর খানিকটা লোহার গুঁড়া রেখে তার নীচে যদি একটা বার ম্যাগনেটকে (Bar-magnet) রাখা যায়, তাহলে লোহার গুঁড়াগুলি ৫২নং চিত্রে অঙ্কিত কার্ড-লাইনের আকৃতি ধারণ করবে। হর্স-সু ম্যাগনেট (Horse



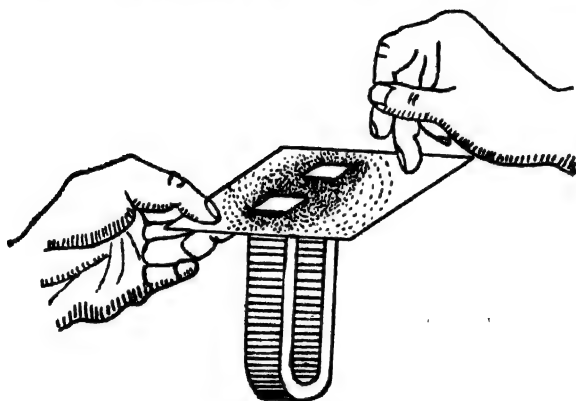
৫২নং চিত্র—বার ম্যাগনেটের চতুর্পার্শ্বস্থ ম্যাগনেটিক ফিল্ড।



৫৩নং চিত্র—হর্স-সু ম্যাগনেটের চতুর্পার্শ্বস্থ ম্যাগনেটিক ফিল্ড।

shoe magnet) এর বেলায়ও লোহার গুঁড়াগুলি ৫৩নং চিত্রের স্থায় রেখার আকারে সাজিয়ে যাবে। এক্ষেত্রে যার প্রভাবে লোহার গুঁড়াগুলি কার্ড-বোর্ডের উপর সাজিয়ে যাচ্ছে, তাকেই বলা হয় ম্যাগনেটিক ফিল্ড।

**ম্যাগনেটিক লাইন্স অব্ ফোর্স্** (Magnetic lines of force)—হর্স-শু ম্যাগনেটের পোলদ্বয়ের উপর খানিকটা লোহার গুঁড়া ছড়িয়ে দিয়ে যদি নিজের আঙ্গুল দিয়ে আস্তে একটু নাড়া দেওয়া যায়, তাহলে দেখতে পাওয়া যাবে লোহার গুঁড়াগুলি ৫৪নং চিত্রের স্থায় সাজিয়ে গেছে। এইরূপ যতবার লোহার গুঁড়াগুলি এক জায়গায় এনে আঙ্গুল দিয়ে কার্ড-বোর্ডটি নাড়া দেওয়া হবে, ততবারই



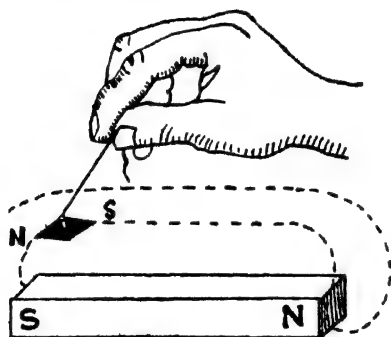
৫৪নং চিত্র—এখানে ম্যাগনেটিক লাইন্স অব্ ফোর্স্কে পরীক্ষামূলকভাবে দেখান হয়েছে।

লোহার গুঁড়াগুলি চিত্র অনুযায়ী সাজিয়ে যাবে। যে অদৃশ্য শক্তির দ্বারা লোহার গুঁড়াগুলি ম্যাগনেটের পোলদ্বয়ের দুই প্রান্তে ছড়িয়ে একটা সম্পূর্ণ সার্কিটের সৃষ্টি করে, তাকে বলা হয় ম্যাগনেটিক লাইন্স অব্ ফোর্স্।

এখানে সম্পূর্ণ সার্কিট বলতে বুঝায়, পোলদ্বয়ের মধ্যকার ম্যাগনেটিক ফিল্ডে লাইন্স অব্ ফোর্স্‌র গতিপথ। যেমন ৫৫নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি



ম্যাগনেটিক নিডল (Magnetic needle) বা চুম্বক-সূচীর মধ্যভাগে সূতা বেঁধে একটি ম্যাগনেটের কাছে চিত্রের স্থায় স্থানিয়ে ধরলেই এটি একটি নির্দিষ্ট দিকে আকৃষ্ট হয়ে সেই দিকে এগিয়ে যাবে। চুম্বক-সূচীর এই অবস্থাটাই হচ্ছে আকর্ষণকারী পোলের ফোর্স বা শক্তির নির্দেশক। এই অবস্থায় যদি চুম্বক-সূচীকে আলাগা দিয়ে তাকে সামনের দিকে যেতে দেওয়া হয়, তাহলে দেখা যাবে, চুম্বক-সূচীটি ম্যাগনেটের এক প্রান্ত থেকে আর এক প্রান্ত পর্যন্ত একটা রেখাপথের নির্দেশ দিচ্ছে। ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্য দিয়ে কার্ভের আকৃতি

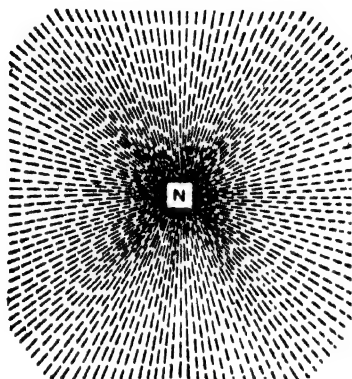


৫৫নং চিত্র—একটি চুম্বক সূচীর সাহায্যে ম্যাগনেটের আকর্ষণকারী পোলের ফোর্সের রেখাপথকে পরীক্ষামূলকভাবে অঙ্কন করা হয়েছে।

বিশিষ্ট এই রেখাপথকেই বলা হয় **ম্যাগনেটিক লাইন অব ফোর্স**। ৫৬, ৫৭, ৫৮নং চিত্রে ম্যাগনেটিক লাইন অব ফোর্সের বিভিন্ন প্রকার রূপকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

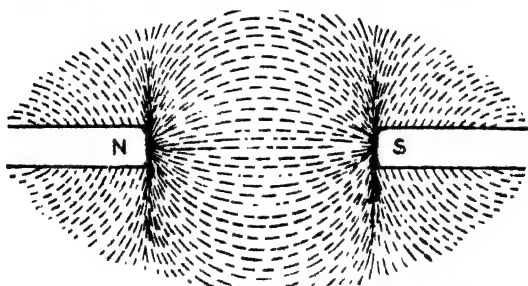
এই লাইন অব ফোর্স সম্বন্ধে ১৮৩০ সালে ইংরেজ বৈজ্ঞানিক মাইকেল ফ্যারাডে পরীক্ষামূলক ভাবে প্রমাণ করেন যে, লাইন অব ফোর্স তার গতিপথে ৫৯নং চিত্রের স্থায় প্রথমে ম্যাগনেটের বাইরের পথে N পোল থেকে S পোলে

ও পরে ম্যাগনেটের মধ্য দিয়ে S পোল থেকে N পোলে এসে উপস্থিত হয়।



৬৬নং চিত্র—বার ম্যাগনেটের প্রান্তস্থিত লাইন্স অব ফোর্স।

ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্স অস্টারনেটিং কারেন্টের মত দিক পরিবর্তন করে না। কারণ, পূর্বেই বলেছি ম্যাগনেটের

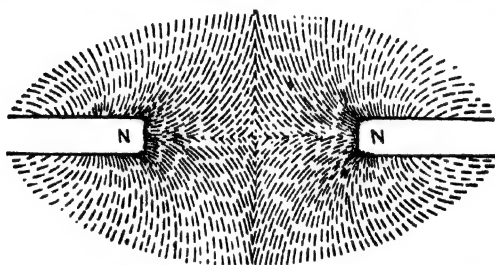


৬৭নং চিত্র—দুইটি বার ম্যাগনেটের ভিন্ন প্রকৃতির মেরুর মধ্যকার লাইন্স অব ফোর্স।

এক পোল থেকে গতিপথে বায়ু অতিক্রম করে আর এক পোলে ও পরে ম্যাগনেটের মধ্য দিয়ে একাভিমুখে প্রবাহিত হয়ে ম্যাগনেটিক সার্কিটের সৃষ্টি হয় (লাইন্স অব ফোর্সের

গতিপথের আর এক নাম ম্যাগনেটিক সার্কিট) বলেই ঐ ম্যাগনেটিক সার্কিটকে ইলেকট্রিসিটির ডিরেক্ট কারেন্টের সঙ্গে তুলনা করা হয়।

কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে, কোন ম্যাগনেটের বাইরের পথে (through air gap) ও মধ্যপথে (through body) প্রবাহিত লাইন্স অব্ ফোর্সের গতিপথকে ম্যাগনেটিক সার্কিট বলে। এই সার্কিটের বাহিরের পথ অর্থাৎ পোল-দ্বয়ের মধ্যকার বায়ুপথ লাইন্স অব্ ফোর্সকে সহজভাবে পথ দেয় না—কিছুটা বাধার সৃষ্টি করে। ফলে পোলদ্বয়ের



৫৮নং চিত্র—দুইটি বার ম্যাগনেটের সম প্রকৃতির মেরুর  
মধ্যকার লাইন্স অব্ ফোর্স।

মধ্যকার দূরত্ব যত বেশী হয়, ঐ বাধার পরিমাণও তত বেশী হয় আর ম্যাগনেটিক সার্কিটও ক্রমে দুর্বল হয়ে পড়ে। কারণ ইলেকট্রিসিটির বেলায় যেমন তিনটি শক্তির পরিচয় পেয়েছি যথা :—

- ১। ইলেকট্রোমোটিক ফোর্স (Which is Pressure or Voltage)
- ২। রেজিষ্ট্যান্স (That provides Opposition)
- ৩। কারেন্ট (Which is flow of Energy)

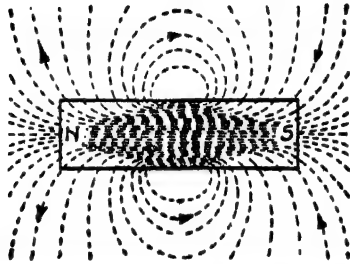
—তেমনি ম্যাগনেটিক সার্কিটের বেলায়ও তিনটির পরিচয় পাই যথা :—

১। ম্যাগনেটোমোটর কোস'

২। রিল্যাকটেন্স

৩। ফিল্ড অব কোস'

এক্ষেত্রে রিল্যাকটেন্সই হচ্ছে ঐ বাধা অর্থাৎ ম্যাগনেটিক সার্কিটে ঐ লাইন্স অব কোসের গতিপথে যে বাধার অস্তিত্ব আমরা দেখলাম তাকেই বলে রিল্যাকটেন্স (Reluctance)।



৫২ নং চিত্র—বার ম্যাগনেটের মধ্য দিয়ে লাইন্স অব কোসের গতিপথ।

পূর্বেই বলেছি লাইন্স অব কোসের গতিপথের আর এক নাম ম্যাগনেটিক সার্কিট। এই ম্যাগনেটিক সার্কিট বা ফিল্ড অব কোসকে পরিমাপ করা হয় ফ্লাক্স (flux) এর সাহায্যে যাকে বলা হয় ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স (magnetic flux)।

এক্ষেত্রে ম্যাগনেটিক সার্কিটের মোট লাইন্স অব কোস' (total number of lines of force) ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স নামে পরিচিত।

ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সকে পরিমাপ করার জন্য ম্যাগ্নেটোমিটার (জেমস্ ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েলের নামানুসারে) কণাটিকে এর একক (unit) হিসাবে নির্দিষ্ট করা হয়েছে। এক্ষেত্রে ম্যাগ্নেটোমিটারের অর্থ হচ্ছে—“The amount of magnetism passing through every square centimeter of a field of unit density.”

আবার ঐ ম্যাগনেটিক সার্কিটের প্রতিটি একক বর্গের (unit area) লাইন সংখ্যাকে বলা হয় **ফ্লাক্স ডেনসিটি** (flux density)। পরিমাপ বিষয়ক ব্যাপারে এই ফ্লাক্স ডেনসিটিকে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার হিসাবে ধরা হয়। যেমন—১০০০ লাইন প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার…………ইত্যাদি।

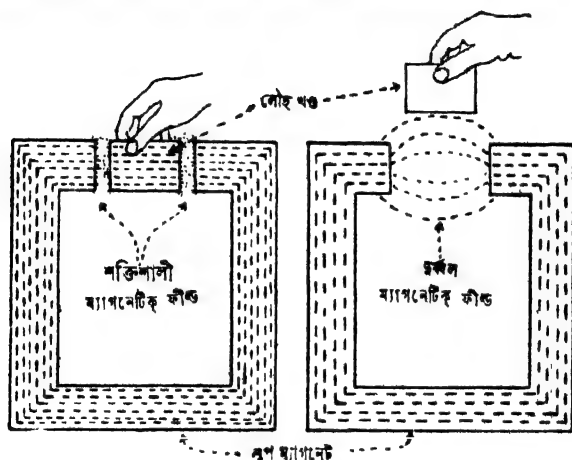
সাধারণতঃ দেখা গেছে, খুব ভাল একটা ম্যাগনেটের ফ্লাক্স ডেনসিটি ১৪,০০০ লাইন প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার ( 14,000 lines per sq. cm. ) পর্যন্ত হয়ে থাকে।

ইলেকট্রিক সার্কিটের বেলায় যেমন কারেন্ট সৃষ্টির জন্য ইলেকট্রিক প্রেসারকে বাধার সন্মুখীন হতে হয় তেমনি ম্যাগনেটিক সার্কিটে, ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টির জন্য ম্যাগনেটিক প্রেসারকে ( ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্স ) এক প্রকার বাধার সন্মুখীন হতে হয়। ম্যাগনেটিক সার্কিটের এই বাধাকেই বলা হয় **রিল্যাকটেন্স** (Reluctance)। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে এই রিল্যাকটেন্স, ম্যাগনেটিক রেজিষ্ট্যান্স ব্যতীত আর কিছুই নয়। তাই পদার্থের ( materials ) মধ্য দিয়ে লাইন অব ফোর্সের গতিপথের তারতম্য অনুযায়ী পদার্থকে **হাই-রিল্যাকটেন্স ও লো-রিল্যাকটেন্স** (High-reluctance and Low-reluctance) বলা হয়। অর্থাৎ কোন কোন পদার্থের মধ্য দিয়ে লাইন অব ফোর্সের অবাধ গতি আবার কতকগুলির মধ্যে উহার প্রতিবন্ধকতা দৃষ্ট হয়। ৬০নং চিত্র লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে, চিত্রে দেখান

---

রিল্যাকটেন্সকে পরিমাপ করার জন্য **অরষ্টেড** ( হান্স ক্রীষ্টিয়ান অরষ্টেডের নামানুসারে ) কথাটিকে ইউনিট হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে অরষ্টেডের অর্থ হচ্ছে—“The reluctance offered by a cubic centimeter of a Vacuum.”

হয়েছে যে, একটা লুপ-ম্যাগনেটের দুইটি পোলের মধ্যভাগে বায়ু থাকায় লাইন্স অব ফোর্স সহজভাবে চলাফেরা করতে পারে না—কলে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে দুর্বল ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি করে। এইরূপ অবস্থাকে বলা হয় হাই-রিলাকটেন্স আর যদি ৬১নং চিত্রের স্থায় একটা ছোট লৌহখণ্ডকে (আয়রণ আরমেচার) ঐ ম্যাগনেটের দুই পোলের মধ্যে ধরা হয় তাহলে লাইন্স অব ফোর্স আয়রণ আরমেচারের মধ্য দিয়ে



৬০ ও ৬১নং চিত্র—হাই-রিলাকটেন্স ও লো-রিলাকটেন্স।

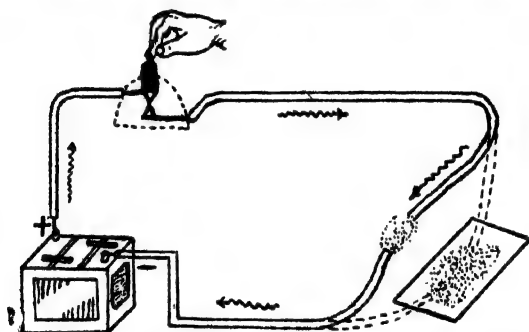
সহজভাবে চলাফেরা করবে এবং তা চারিদিকে ছড়িয়ে না গিয়ে আরমেচারের মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকবে। তবে লুপ-ম্যাগনেট ও আরমেচারের মধ্যে যে সামান্য ফাঁক থাকে তার মধ্য দিয়ে পূর্বাপেক্ষা সহজভাবে চলাফেরা করে শক্তিশালী ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি করবে। এইরূপ অবস্থাকে বলা হয় লো-রিলাকটেন্স।

এখন যদি ম্যাগনেটের পোলদ্বয়ের দূরত্বকে বাড়িয়ে দেওয়া যায় তা হলে রিলাকটেন্সও বেড়ে যাবে এবং ঐ

ম্যাগনেটিক সার্কিটকে আরও বেশী বায়ুর সম্মুখীন হতে হবে, ফলে লাইন অব কোর্সের ঘনত্ব কমে গিয়ে প্রত্যেকটি লাইন অব কোর্সের মধ্যে দূরত্বের সৃষ্টি হবে—এক কথায় লো-ক্লাস-এর সৃষ্টি হবে।

তা হলে দেখা গেল, রিলাকট্যান্স যত বাড়বে তত লো-ক্লাস আর রিলাকটেন্স যত কমবে তত হাই-ক্লাস-এর সৃষ্টি হবে।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ড ( Electromagnetic field )—একটা ব্যাটারীর দুই প্রান্তে অর্থাৎ ৬২নং চিত্রের স্থান

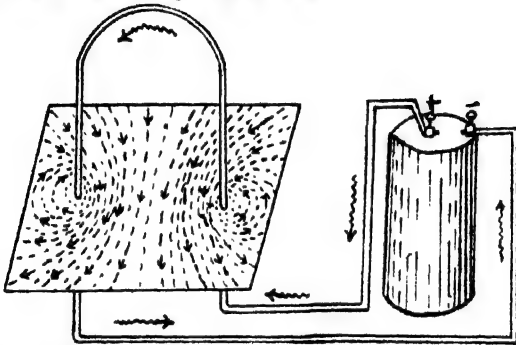


৬২নং চিত্র—কারেন্ট প্রবাহের ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ড। যখনই তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তখনই লোহার গুঁড়গুলি তারের গায়ে সংলগ্ন হয়ে যায়।

খানিকটা এনামেল কোটিং-যুক্ত তারের সাথে একটা পুস-বাটন স্প্রিং সংযুক্ত করে তারের এক প্রান্ত ব্যাটারীর পজিটিভ মুখে ও অপর প্রান্ত স্প্রিং তারফং ব্যাটারীর নেগেটিভ মুখে যুক্ত করে, কার্ডবোর্ডের উপর রক্ষিত ঐ লৌহ-কুচিগুলির নিকট রেখে যদি পুস-বাটনটিকে চেপে ধরে সার্কিটের মধ্যে ইলেকট্রিক প্রবাহের ব্যবস্থা করা যায়, তাহলে দেখা যাবে

লৌহ-কুচিগুলি তারের গায়ে সংলগ্ন হয়ে গেছে এবং যখনই পুস-বাটন ছেড়ে দিয়ে সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ করে দেওয়া হবে, তখনই লৌহ-কুচিগুলি ঝরে কার্ডবোর্ডের উপর পড়ে যাবে।

এ থেকে বুঝা যায় যে, যখনই তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখনই তারের চতুষ্পার্শ্বে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয় এবং প্রবাহ বন্ধ করে দিলেই ম্যাগনেটিক ফিল্ড অদৃশ্য হয়ে যায়।



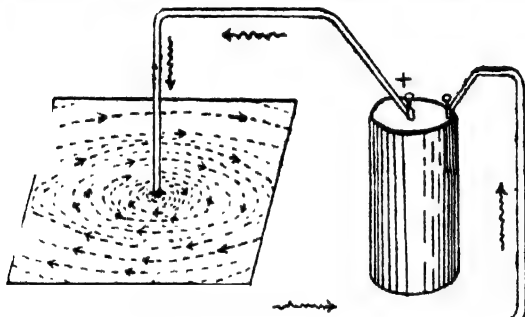
৬৩ নং চিত্র—একাভিমুখে কারেন্ট প্রবাহের ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের আকৃতি।

এক্ষেত্রে ইলেকট্রিসিটির সাহায্যে এই ফিল্ড সৃষ্টির জগ্যই একে বলা হয় ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ড। আবার যদি ঐ সার্কিটের মধ্যে একটা রেওস্ট্যাট (Rheostat, বিদ্যুৎ প্রবাহের গতিনিয়ন্ত্রণকারী এক প্রকার রেজিষ্ট্যান্স) সংযুক্ত করা যায়—যার দ্বারা সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে প্রয়োজন অনুযায়ী কমান বা বাড়ান যায় তাহলে দেখতে পাব, সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট যখন কম থাকে তখন দুর্বল ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং বেশী থাকলে শক্তিশালী ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়।



একান্তিমুখী বিদ্যুৎ প্রবাহ বা ডিসি থেকে সৃষ্টি ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্স একান্তিমুখী হয়। আর দিক-পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহ বা এসি থেকে সৃষ্টি ম্যাগনেটিক ফিল্ড ও ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্স দিক-পরিবর্তনশীল হয়।

৬৩নং চিত্রের স্থায়ী একটা কার্ডবোর্ডের ঠিক মাঝখানে ছিদ্র করে খানিকটা এনামেল কোটিং যুক্ত তারকে প্রবেশ করিয়ে যদি ব্যাটারীর দুই প্রান্তে সংযুক্ত করা যায় তাহলে দেখা যাবে কার্ডবোর্ডের উপর রক্ষিত লৌহ-কুচিগুলি চিত্রের স্থায়ী তারের চতুর্দিকে বৃত্তাকারে সাজিয়ে গেছে। পুনরায়

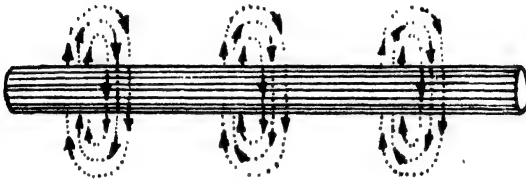


৬৪নং চিত্র—বিকল্পমুখী কারেন্ট প্রবাহের ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের আকৃতি।

যদি তারের দুইদিককে কার্ডবোর্ডের ভিন্ন ভিন্ন দুইটি ছিদ্র পথে প্রবেশ করিয়ে দেওয়া যায় তাহলে ৬৪নং চিত্রের অনুরূপ অবস্থার সৃষ্টি হবে।

এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের ফলেই যখন (৬৫নং চিত্রের স্থায়ী) তারের চতুর্দিকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয় তখন কারেন্টের পরিমাণের উপরই ফিল্ডের শক্তি (strength) নির্ভর করে।

**অরষ্টেডের পরীক্ষা ( Oersted's Experiment )—**  
ইলেকট্রিসিটির সাহায্যে যে ম্যাগনেটিক ফিল্ড উৎপন্ন হয়ে থাকে অরষ্টেডের পরীক্ষায় তা প্রথম ধরা পড়ে। ১৮২০ সালে কোপেনহেগেন সহরের বিখ্যাত ডেনিস্ বিজ্ঞানবিদ হ্যান্স ক্রীষ্টিয়ন অরষ্টেড ( Hans Christion Oersted ) ৬৭নং চিত্রের ন্যায় একটি তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট চালনার সময় ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রথম সন্ধান পেয়েছিলেন। তিনি দেখতে পেয়েছিলেন, তারের মধ্য দিয়ে যখনই ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখনই চিত্রের



৬৭নং চিত্র—তারকে বৃত্তাকারে বেষ্টিত ম্যাগনেটিক ফিল্ড।

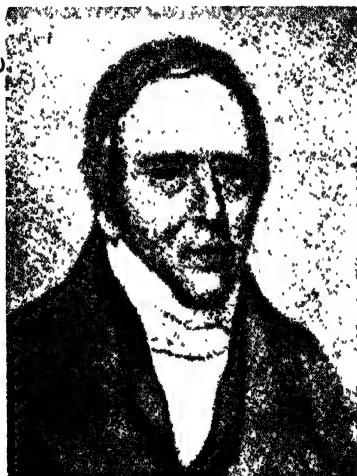
ন্যায় চুম্বক-সূচীটি ( magnetic needle ) বিক্ষিপ্ত হয়ে যায়। তাঁর মতে চুম্বক-সূচীর ঐ গতি কোন মুখী ( direction of deflection of needle ) অর্থাৎ বিক্ষিপ্ত চুম্বক-সূচীটি তার স্বাভাবিক অবস্থান ( usual position ) থেকে কোন দিকে বিক্ষিপ্ত হয়, তা নির্ভর করে নিম্নলিখিত কারণদ্বয়ের উপর :—

১। কারেন্ট প্রবাহযুক্ত তারটি চুম্বক সূচীর কোন দিকে অবস্থিত অর্থাৎ চুম্বক-সূচীর উপরের দিকে না নীচের দিকে।

২। তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট কোন দিকে প্রবাহিত হয়।

তিনি দেখতে পেয়েছিলেন যে, তার ও চুম্বক-সূচীকে সমান্তরালে রেখে তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের ব্যবস্থা

করলেই চুম্বক-সূচীটি নিজে থেকেই বিক্ষিপ্ত হয়ে যায় এবং তার ও চুম্বক-সূচী উভয়ে সমকোণ ভাবে অবস্থিত হয়, আর কারেন্ট প্রবাহ দিক পরিবর্তন করলে চুম্বক-সূচীটিও দিক পরিবর্তন করে। এ থেকে তিনি এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন



হানস ক্রীস্টিয়ন অরষ্টেড

১৭৭৭—১৮৫১

যে, বিদ্যুৎ প্রবাহের ( ইলেকট্রিক কারেন্ট ) সাথে চুম্বক-শক্তির পারস্পরিক সম্পর্ক আছে।

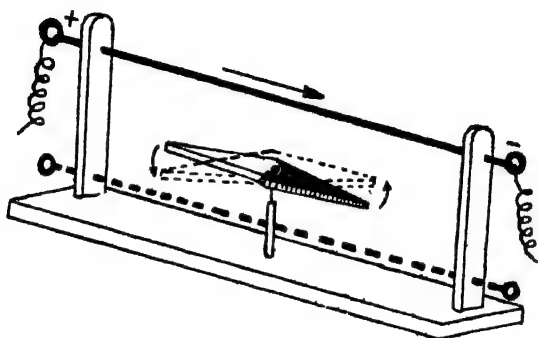
বিদ্যুৎ-শাস্ত্রে এই সম্পর্কের ( magnetic effects of a current ) নামই ইলেকট্রোম্যাগনেট (Electromagnet) এবং এই পরীক্ষাকেই বলা হয় \* অরষ্টেডের পরীক্ষা।

---

\* A magnet tends to set itself at right angles to a wire carrying an electric current.

**এম্পিয়ারের নিয়ম (Ampere's Rule)**—অরষ্টেডের আবিষ্কারের কিছুকাল পরে এই অরষ্টেডের পরীক্ষার উপর ভিত্তি করেই ফরাসী দেশের এম্পিয়ার, কারেন্ট প্রবাহের ফলে চুম্বক-সূচীর গতি (direction of deflection of needle) সম্বন্ধে আর একটি নূতন নিয়ম আবিষ্কার করেন। তিনি পরীক্ষা-মূলকভাবে দেখান যে—

“খানিকটা তার ও একটি চুম্বক-সূচীকে উত্তর দক্ষিণে সমান্তরাল ভাবে রেখে যদি ঐ তারের মধ্য দিয়ে উত্তর থেকে



৬৭নং চিত্র—অরষ্টেডের পরীক্ষা।

দক্ষিণে কারেন্ট প্রবাহিত করা যায় তাহলে চুম্বক-সূচীর উত্তর মেরু (N) পূর্বে এবং দক্ষিণ মেরু (S) পশ্চিমে বিক্লিপ্ত হয়।

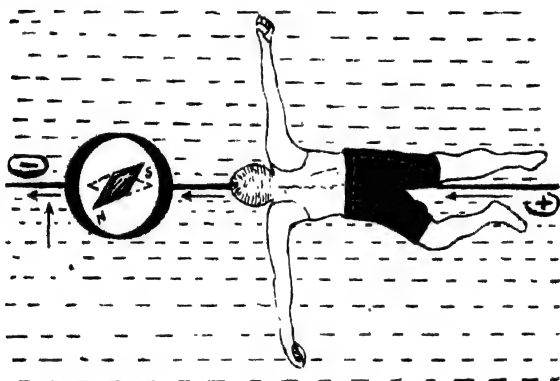
**তার মতে :—**

নদীর স্রোত বা জলপ্রবাহের মধ্য দিয়ে মানুষ যেমন সাঁতার কেটে চলে তেমনি মানুষ যদি ৬৮নং চিত্রের ন্যায় তারের মধ্যদিয়ে কারেন্ট যে দিকে প্রবাহিত হচ্ছে সেই দিকে সাঁতার কেটে যেতে পারতো তাহলে দেখা যেতো, তারের

দ্বিধে অবস্থিত কম্পাসের চুম্বক-সূচীর N পোল, কারেন্ট প্রবাহের ফলে মানুষের বাঁ হাতের দিকে বিকৃষ্ট হয়ে যায়।

তাঁর এই আবিষ্কারকে বলা হয় **এম্পিয়ারের নিয়ম বা এম্পিয়ারস্ রুল (Ampere's Rule)**।

পূর্বের ম্যাগনেটিক ফিল্ডের বেলায় আমরা দেখেছি ৬৩, ৬৪ ও ৬৫নং চিত্রের গায় লাইন্স অব ফোর্স তাঁর চতুষ্পাশ্বে বৃত্তাকারে ঘুরে বেড়ায়। এখন দেখা যাক, তারা কোন দিকে বেঁটন করে।



৬৮নং চিত্র — এম্পিয়ার রুলকে চিত্রের সাহায্যে তুলনা  
মূলকভাবে অঙ্কন করা হয়েছে।

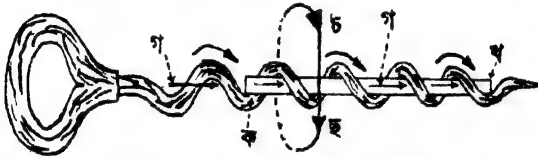
ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্সের গতি (direction) সম্বন্ধে ম্যাক্সওয়েল পরীক্ষামূলকভাবে দেখিয়েছেন যে—

“৬৯নং চিত্রের গায় একটা কর্ক-স্ক্রুকে (Cork-Screw) ডানদিকে

---

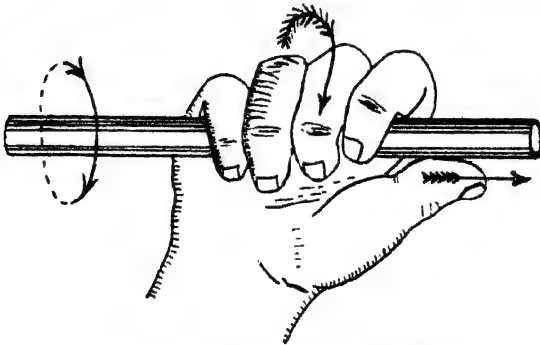
\* If a man could swim in a conductor with the current, then the north pole of a magnetic needle placed directly ahead of him will be deflected to the left, while the south pole will be urged to the right.

ঘোরালে মনে হয় যেন কুটি সামনের দিকে (চিত্রে “গ” চিহ্নিত দিকে) এগিয়ে-যাচ্ছে আর বাঁ দিকে ঘোরালে মনে হয় যেন পিছনের দিকে সরে আসছে। সেইরূপ ৬৯নং চিত্রের ভ্রায় “ক” “খ” চিহ্নিত তারের মধ্য দিয়ে যদি “ক” থেকে “খ”-এর দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাহলে চিত্রের “গ” চিহ্নিত তীর চিহ্নের দিকে কুটিকে ঘোরালে “চ”-“ছ” দিকে ম্যাগনেটিক লাইন্স তারটিকে বেঁধে রাখবে, আবার “খ” “ক” দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হলেও সেই অজুযায়ী কুকে বাঁদিকে ঘোরালে “ছ”-“চ” দিকে ম্যাগনেটিক লাইন্স তারকে বেঁধে রাখবে”।



৬৯নং চিত্র—ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-কু রুল।

এই সূত্রটিকে বলা হয় ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-কু রুল (Maxwell's Corkscrew rule)।



৭০নং চিত্র—ফ্লেমিং-এর রাইট হাণ্ড রুল।

একত্রে কর্ক-কুটি ঘোরানর ফলে যেদিকে এগোবে সেটাই হচ্ছে তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের গতি আর কুটি যেদিকে ঘুরবে সেটা হচ্ছে লাইন্স অব কোর্সের বেঁধে।

এ ছাড়াও আর এক প্রকারে ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্সের গতি নির্ণয় করা যায়। যেমন—

একটা তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত করে, যে দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে সেইদিকে বুড়ো আঙ্গুল রেখে ৭০নং চিত্রের ছায়া ডান হাত দিয়ে তারটিকে মুঠো করে ধরলে দেখতে পাব, অস্ত্রান্ত্র আঙ্গুলগুলি যে দিকে বেঁটন করে আছে ম্যাগনেটিক লাইন্স অব ফোর্সও তারটিকে সেইদিকে বেঁটন করে আছে\*। এক্ষেত্রে তারটিকে ডান হাত দিয়ে মুঠো করে ধরা অবস্থায় হাতের বুড়ো আঙ্গুলটি হচ্ছে তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশক, আর অস্ত্রান্ত্র আঙ্গুলগুলি লাইন্স অব ফোর্সের গতি নির্দেশক।



৭১নং চিত্র—ইলেকট্রোম্যাগনেট।

এই সূত্রটিকে বলা হয় ফ্লেমিংএর রাইট হ্যান্ড রুল ( Fleming's Right Hand Rule )।

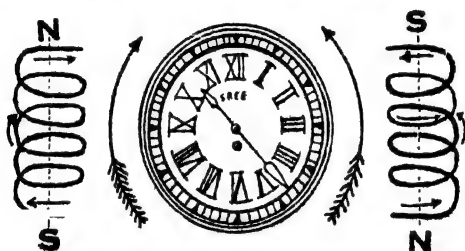
**ইলেকট্রোম্যাগনেট ( Electromagnet )**—একটা কাঁচা লোহার ( Soft iron ) বার ম্যাগনেটের উপর ৭১নং চিত্রের ছায়া যদি খানিকটা এনামেল কোটিং যুক্ত তার জড়ান যায় তাহলে দেখা যাবে, তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের সঙ্গে সঙ্গে লৌহটি চুম্বক-শক্তি প্রাপ্ত হয়েছে, আর প্রবাহ বন্ধ করে দিলেই চুম্বকত্ব নষ্ট হয়ে গেছে। তাহলে এখন এই বলা যায় যে, যখন কুণ্ডলী আকারে জড়ান সমস্ত তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট প্রবাহের কলেই চুম্বক-শক্তির

---

\* এথেকে প্রমাণিত হয় যে, যখন কারেন্ট প্রবাহ তার দিক পরিবর্তন করে তখন ম্যাগনেটিক ফিল্ডও তার গতি পরিবর্তন করে।

হয় তখন নিশ্চয়ই এক একটা পাকে (Turn) এ উৎপন্ন ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সমষ্টির (sum of all the field produced by the turns) উপরই এর শক্তি (Intensity or strength) নির্ভর করে। অর্থাৎ দুই পাকের (Turn) চুম্বক-শক্তি, এক পাকে উৎপন্ন চুম্বক-শক্তির সমষ্টির দ্বিগুণ, তিন পাকে তিনগুণ, চার পাকে চারগুণ ইত্যাদি।

এই কুণ্ডলী আকারে জড়ান তারকে বলা হয় কয়েল (Coil)। আর একটি লৌহদণ্ডকে এ কয়েলের মধ্যে প্রবিষ্ট করিয়ে কারেন্ট প্রবাহের সাহায্যে চুম্বক প্রাপ্তির নামই হচ্ছে বৈদ্যুতিক চুম্বক বা ইলেকট্রোম্যাগনেট।



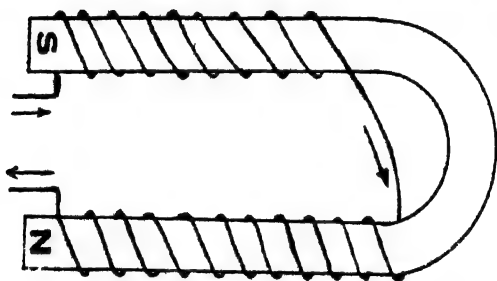
৭২নং চিত্র—ইলেকট্রোম্যাগনেটের পোল বা মেরু নির্ণয়ের কাজে ক্লক-কলের ব্যবহার।

পূর্বেই বলেছি, এই ইলেকট্রোম্যাগনেট তৈরী করতে কাঁচা লোহার দরকার হয়। কেননা, ইস্পাত কিংবা অন্য লোহা ব্যবহার করলে তা স্থায়ী চুম্বক বা পারমানেন্ট ম্যাগনেটে পরিণত হয়। সাধারণত ম্যাগনেটের মত এদেরও দুটো পোল বা মেরু হয়। ম্যাগনেটের কোন্ প্রান্ত কোন্ পোল হবে। তা নির্ভর করে কয়েলের মধ্য দিয়ে কারেন্ট কোন্ দিকে প্রবাহিত হচ্ছে তার উপর। ৭২নং চিত্রের আয় কয়েলের প্রান্তের দিকে লক্ষ্য করলে যদি দেখা যায় যে,



কারেন্ট ঘড়ীর কাঁটার মত দক্ষিণ দিকে (Clockwise direction) ঘুরছে, তাহলে ম্যাগনেটের ঐ প্রান্ত হবে দক্ষিণ মেরু বা S পোল। আর যদি দেখা যায় যে, বাম দিকে (Anti-Clockwise) ঘুরছে তাহলে তাকে বলা হলে উত্তর মেরু বা N পোল। সেই জন্য হর্স-শু আকৃতির ইলেকট্রোম্যাগনেট গঠন করতে ৭৩নং চিত্রের মায় তার দুই ঘাছুর উপরকার কয়েলদ্বয় বিপরীত দিকে জড়ান থাকে।

পূর্বেই বলেছি তারের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের পরিমাণের উপরই ম্যাগনেটিক ফিল্ড নির্ভর করে। অতএব

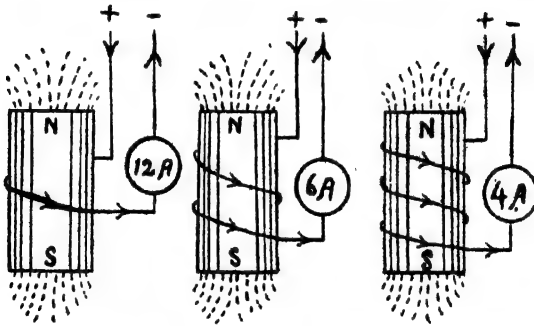


৭৩নং চিত্র—হর্স-শু ইলেকট্রোম্যাগনেটের দু'ঘাছুর উপর পরস্পর বিপরীত দিকে জড়ান কয়েল।

কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ যদি বৃদ্ধি করা যায় তাহলে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তি (Intensity of the field of an electromagnet) বৃদ্ধি পাবে। আবার এনামেল কোটিং যুক্ত তারকে কুণ্ডলী (Turn) করে জড়িয়ে কয়েল প্রস্তুত করে যখন ইলেকট্রোম্যাগনেটের ফিল্ড সৃষ্টি হয়, তখন কয়েলের পাক সংখ্যা (number of turns) কে বাড়াতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তিও (Intensity) বেড়ে যাবে। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে,

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তি নির্ভর করছে প্রথমতঃ কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত এম্পিয়ার হিসাবে কারেন্টের উপর, আর কয়েলের পাক সংখ্যার উপর। এক কথায় যাকে বলা হয় \* এম্পিয়ার টার্নস্ (Ampere-turns) এর উপর।

যেমন ৭৪, ৭৫ ও ৭৬নং চিত্রে দেখান হয়েছে যে, প্রথম কয়েলের তারের পাক-সংখ্যা ১ আর কারেন্ট ১২ এম্পিয়ার— অতএব এম্পিয়ার-টার্নস্ হবে  $1 \times 12 = 12$  এম্পিয়ার-টার্নস্।



৭৪, ৭৫, ৭৬নং চিত্র - ইলেকট্রোম্যাগনেটের এম্পিয়ার টার্নস্।

দ্বিতীয় কয়েলে ২ পাক  $\times$  ৬ এম্পিয়ার = ১২ এম্পিয়ার-টার্নস্। তৃতীয় কয়েলে ৩ পাক  $\times$  ৪ এম্পিয়ার = ১২ এম্পিয়ার-টার্নস্। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে, প্রত্যেকটি কয়েলের বেলায়ই এম্পিয়ার আর তারের পাক-সংখ্যাকে গুণ করলে গুণফল ১২ হচ্ছে। ফলে ঐ গুণফলই হচ্ছে এম্পিয়ার টার্নস্।

\* The product of the current passing through the coil multiplied by the number of turns composing the coil is called the ampere turns.

## **Test Questions**

1. *What is a lodestone and where it was first discovered ?*
2. *What are the natural magnet and artificial magnet ?  
Is magnetite a natural magnet or an artificial magnet ?*
3. *What metal would you use to make a permanent magnet ?*
4. *What is an armature and why it is used with artificial magnet ?*
5. *How a piece of hard steel is permanently magnetised by means of another magnet ?*
6. *In what regions, is the magnetism strongest, of a long shaped magnet or bar magnet and what these regions are called ?*
7. *How are magnetic poles designated, and what is the feature of each ?*
8. *Describe a simple experiment to show that there are two kinds of magnetic poles.* (C. U.—1941)
9. *What do you find when the South pole of a magnet is brought near the north pole of another magnet ?*
10. *State the laws of magnetic attraction and repulsion.*
11. *Define a unit magnetic pole.* (All U.—'31, C. U.—31;43)
12. *What do you mean by Magnetic Lines of force ?*  
(C. U. 1023, '43 . Pat. U. 1929, Dao—1931)
13. *What is a magnetic circuit ?*
14. *Define magnetic flux, and explain how it is measured.*

15. *What is the maxwel ?*
16. *What is the name we give to the opposition offered by any magnetic substance to the passage of magnetic lines of force ?*
17. *What is the oersted ?*
18. *Describe the magnetic field in the neighbourhood of a long straight conductor carrying a current and show how you would verify your description. ( Pat U.—1932 )*
19. *Upon what two factors the direction of deflection of a needle depend ?*
20. *Describe the simple experiment of oersted's discovery.*
21. *Define the ampere's rule ; corkscrew rule ; and flemings right hand rule.*
22. *In what direction will the north pole of a magnetic needle be deflected, if it held above a current flowing from north to south ?*
23. *Explain the construction of an electromagnet.*  
( C. U.—1923 )
24. *How would you make an electromagnet ? What kind of material is most suitable for its core and why ?*  
( U. P. B.—1939 , Pat. U. 1929 )
25. *How could you determine the poles of an electromagnet ?*
26. *Define amper-turns.*
27. *What is a solenoid ?*
28. *Is solenoid a permanent magnet or a temporary magnet ?*
29. *What are the properties of a solenoid ?*
30. *How does the magnetic strength of a solenoid vary ?*

## পঞ্চম অধ্যায়



### ওম-সূত্র

( Ohm's Law )

ইলেকট্রিসিটির তিনটি মূল শক্তি, যথা—প্রেসার, কারেন্ট ও রেজিষ্ট্যান্স। এদের সম্বন্ধে পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে, এবং এও বলা হয়েছে যে প্রত্যেকের সাথে প্রত্যেকের পারস্পরিক সম্পর্কের পরিমাপ নির্ণয়ের জন্য প্রত্যেকের একটি করে একক বা ইউনিট নির্দিষ্ট করা হয়, যেমন—

ভোল্ট হচ্ছে ইলেকট্রিক্যাল প্রেসার-এর একক

এম্পিয়ার হচ্ছে ইলেকট্রিক্যাল কারেন্ট-এর একক

ওম হচ্ছে ইলেকট্রিক্যাল রেজিষ্ট্যান্স-এর একক

১৮২৭ সালে জার্মান গণিতবিদ জর্জ সাইমন ওম ( George Simon Ohm ) অঙ্ক শাস্ত্রের মাধ্যমে সর্বপ্রথম, সার্কিটের এই তিনটি মূল শক্তির অর্থাৎ ভোল্টেজের সাথে কারেন্টের, কারেন্টের সাথে রেজিষ্ট্যান্সের ও রেজিষ্ট্যান্সের সাথে ভোল্টেজের পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয় করেছিলেন বলেই তাঁর নামানুসারে ওম-সূত্রের ( Ohm's Law ) নামকরণ হয়েছে।

ওম-সূত্রটি হলো : “একটি পরিবাহী পদার্থের তাপমাত্রা নির্দিষ্ট থাকা অবস্থায় যদি তার দুই প্রান্তে বৈদ্যুতিক চাপের (ভোল্টেজ) মাত্রা বৈষম্য ( Potential Difference ) সৃষ্টি করা হয়, তাহলে ঐ পরিবাহী পদার্থের মধ্যে যে বৈদ্যুতিক প্রবাহ (কারেন্ট) উৎপন্ন হবে, সেই প্রবাহ শক্তিকে দিয়ে বৈদ্যুতিক চাপমাত্রাকে ভাগ করলে ভাগফল একটা ধ্রুবক (Constract) হবে।”

অর্থাৎ একটি তারের দুই প্রান্তে ইলেকট্রিক্যাল প্রেসার বা ভোল্টেজ সৃষ্টির ফলে যে ইলেকট্রিক্যাল কারেন্ট উৎপন্ন হয় সেই কারেন্ট দিয়ে ইলেকট্রিক্যাল ভোল্টেজকে ভাগ করলে যে ভাগফল হবে সেটাই হলো ঐ পরিবাহী পদার্থের



জর্জ সাইমন্ ওম্

১৭৮৭ ১৮৫৪

( তারযুক্ত সার্কিটের ) রোধ বা রেজিস্ট্যান্স, এবং ঐ সার্কিটের পক্ষে এই অবস্থাটাই এখানে ধ্রুবক বা Constant।

এই সূত্রটিকে সহজভাবে লিখলে হয়—

$$\text{রেজিস্ট্যান্স} = \frac{\text{ভোল্টেজ}}{\text{কারেন্ট}}$$

পুনরায় সূত্রটিকে আরও সংক্ষেপে প্রকাশ করা চলে কিন্তু তার জন্য সংক্ষিপ্ত চিহ্ন ( Symbol ) বা সংখ্যার সাহায্য নেওয়া হয়। যেমন—

ভোল্টেজ	=	ভোল্ট	=	E
কারেন্ট	=	এম্পায়ার	=	I
রেজিস্ট্যান্স	=	ওম্	=	R

এখানে E হচ্ছে Electromotive force কথাটার প্রথম অক্ষর যা সাধারণতঃ ভোল্টেজ বা প্রেসারকেই বুঝিয়ে থাকে ; যখন তার একক জানা না থাকে । I হচ্ছে Intensity of current কথাটার প্রথম অক্ষর, তবে অনেক সময় I এর বদলে C অক্ষরটাও ব্যবহৃত হয় । আর R হচ্ছে Resistance কথাটার প্রথম অক্ষর, কাজে কাজেই সূত্রটি এইরূপ হয়—

$$\text{রেজিষ্ট্যান্স} = \frac{\text{ভোল্টেজ}}{\text{কারেন্ট}} \text{ সংক্ষেপে হয় } R = \frac{E}{I}$$

তাহলে মোটের উপর আমরা ওম সূত্রটিকে সংক্ষেপে পেলাম—

$$R = \frac{E}{I} \dots\dots\dots (i)$$

[ অর্থাৎ সার্কিটের ভোল্টেজকে কারেন্ট বা প্রবাহ শক্তি দিয়ে ভাগ করলে ঐ সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ধারণ করা যায় । ]

এই সূত্রটিকে আরও দুইভাবে প্রকাশ করা যায় যেমন—

$$I = \frac{E}{R} \dots\dots\dots (ii)$$

$$E = I \times R \dots\dots\dots (iii)$$

এক্ষেত্রে—

$$(ii) \quad I = \frac{E}{R} \text{ হচ্ছে, কারেন্ট} = \frac{\text{ভোল্টেজ}}{\text{রেজিষ্ট্যান্স}}$$

[ অর্থাৎ সার্কিটের বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজকে সার্কিটের রোধ বা রেজিস্ট্যান্স দিয়ে ভাগ করলে ঐ সার্কিটের প্রবাহ শক্তি বা কারেন্ট কত তা জানা যায় । ]

(iii)  $E = I \times R$  হচ্ছে, ভোল্টেজ = কারেন্ট  $\times$  রেজিস্ট্যান্স ।

[ অর্থাৎ সার্কিটের প্রবাহ-শক্তি বা কারেন্টকে রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ দিয়ে গুণ করলে ঐ সার্কিটের বৈদ্যুতিক চাপ বা ভোল্টেজ কত তা জানতে পারা যায় । ]

**ওম্-সূত্র শিক্ষা**—ওম্-সূত্রকে ভালভাবে মনে রাখবার জন্য ৮১নং চিত্রে একটি সহজ উপায় দেখান হয়েছে ।



৮১নং চিত্র সহজে ওম্-সূত্র নির্ণয়ের সংক্ষিপ্ত চিত্র ।

আমরা জানি কোন সার্কিটের ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্স এই তিন প্রকার শক্তির মধ্যে যে কোন দুইটি জানা থাকলে অপরটি ওম্-সূত্র দ্বারা বার করে নেওয়া যায় ।

এখন অপরটি অর্থাৎ যে শক্তিটি আমাদের জানা নাই, সেই শক্তির পরিবর্তে ব্যবহৃত সংক্ষিপ্ত সংখ্যা ( যেমন  $E, I, R$  ) ৮১নং চিত্রে অঙ্কিত অনুরূপ সংখ্যাকে নিজের যে কোন একটি আঙ্গুল দিয়ে চাপা দিলে প্রয়োজনীয় সূত্রটি পাওয়া যায় । যেমন—



উদাহরণ ১—কোন সার্কিটের মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স হচ্ছে

৪ ওম্‌স্‌ এবং সার্কিটের ভোল্টেজ বলে দেওয়া আছে  
৮ ভোল্ট। এখন ঐ সার্কিটের কারেন্ট কত তা বার  
করতে হবে।

আমরা জানি কারেন্টের পরিবর্তে ব্যবহৃত সংক্ষিপ্ত  
সংখ্যা I, যদি ৮৩নং চিত্র অনুযায়ী ১—কে আঙ্গুল দিয়ে  
চাপা দিই তাহলে পৃষ্ঠের স্থায়ী সূত্রটি দেখতে পাব—

$$\frac{E}{R} = \frac{8}{8} = 1 \text{ এম্পিয়ার।}$$

আর ভোল্টেজ বার করতে হলে ৮৩নং চিত্রটি ব্যবহার  
করবো যেমন—

উদাহরণ ২—একটি ১০ ওম্‌স্‌ যুক্ত সার্কিটের মধ্য দিয়ে  
২ এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহের জন্য কত ভোল্ট চাপের  
দরকার ?

ভোল্টেজের পরিবর্তে ব্যবহৃত সংক্ষিপ্ত সংখ্যা আমরা  
জানি E, কাজে কাজেই ৮৩নং চিত্রের স্থায়ী E-কে চাপা  
দিলে সূত্রটি দেখতে পাব—

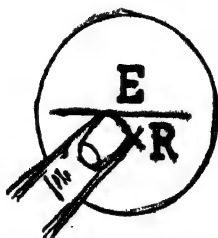
$$I \times R = 2 \times 10 = 20 \text{ ভোল্ট।}$$

পুনরায় যদি সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স বার করতে হয়  
তাহলে ৮৪নং চিত্রের স্থায়ী হবে। যেমন—

উদাহরণ ৩—একটি কন্ডাক্টর বা তারের দুই প্রান্তে  
একটি ২০ ভোল্ট চাপ বিশিষ্ট ব্যাটারী যুক্ত করার ফলে যদি

১০ এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাহলে, ঐ তারের মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স কত হবে ?

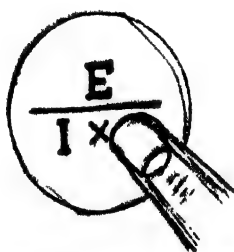
রেজিষ্ট্যান্সের পরিবর্তে ব্যবহৃত সংক্ষিপ্ত সংখ্যা R কাজে



৮২নং চিত্র—কারেন্ট



৮৩নং চিত্র—ভোল্টেজ



৮৪নং চিত্র—রেজিষ্ট্যান্স

ওম্-সূত্রের যথাক্রমে কারেন্ট ভোল্টেজ ও রেজিষ্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্রগুলি নিম্নলি ভাবে মনে থাকার সহজ উপায়।

কাজেই ৮৪নং চিত্র অনুযায়ী R-কে চাপা দিলেই সূত্র পাব-

$$\frac{E}{I} = \frac{১০}{১০} = ১ \text{ ওম্}।$$

এখানে একটি কথা বিশেষভাবে মনে রাখতে হবে যে, ওম্-সূত্রে ব্যবহৃত এককগুলি (units) হচ্ছে ভোল্ট, ওম্ ও এম্পিয়ার। তাই যদি কারেন্টকে মিলি-এম্পিয়ারে

প্রকাশ করা থাকে তবে প্রথমই তাকে এ্যাম্পিয়ারে নিয়ে যেতে হবে। যদি রেজিস্ট্যান্সকে মেগ্ বা কিলো-ওম্সে আর ভোল্টকে মিলি-ভোল্ট বা কিলো-ভোল্টে প্রকাশ করা থাকে, তবে প্রথমেই তাকে যথাক্রমে ওম্স ও ভোল্টে নিয়ে আসতে হবে।

রেডিওর কাজে কারেন্টকে প্রায়ই মিলি-এ্যাম্পিয়ারে প্রকাশ করা থাকে, ফলে প্রথম শিক্ষার্থীরা মিলি-এ্যাম্পিয়ারকে এ্যাম্পিয়ারে পরিবর্তিত না করে মিলি-এ্যাম্পিয়ার বসিয়ে ওম্-মুত্রের প্রথমেই ভুল করে বসেন। কিন্তু পরিবর্তনের নিয়ম একেবারেই সোজা। মিলি-এ্যাম্পিয়ারকে এ্যাম্পিয়ারে

$$\text{এ্যাম্পিয়ার} = \frac{\text{মিলি এ্যাম্পিয়ার}}{1000}$$

$$15 \text{ মি: এ:} = \frac{15}{1000} = 0.015 \text{ এ্যাম্পিয়ার}$$

৮৫নং চিত্র—মিলি-এ্যাম্পিয়ারকে পরিবর্তিত করার সহজ নিয়ম।

পরিবর্তন করতে হলে মিলি-এ্যাম্পিয়ারকে এক হাজার (1000) দিয়ে ভাগ করতে হয়। আর একটি খুব সহজ ও দ্রুত পরিবর্তন করার নিয়ম আছে। সেটা হচ্ছে—দশমিক বিন্দুকে (Decimal Point) সংখ্যার ডান দিক থেকে বাম দিকে তিন ঘর এগিয়ে নিয়ে যেতে হয়। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে :—

উদাহরণ ১—১৫ মিলি-এ্যাম্পিয়ার কারেন্ট কত এ্যাম্পিয়ার

কারেন্টের সমান ? এখানে ৮৫নং চিত্র অনুযায়ী ১৫ এই সংখ্যার শেষ সংখ্যা ৫-এর ডান দিক থেকে দশমিককে বাম দিকে

তিন ঘর এগিয়ে নিয়ে গেলেই সংখ্যাটি হবে '০১৫ এ্যাম্পিয়ার  
( এক এ্যাম্পিয়ারের এক হাজার ভাগের ১৫ ভাগ ) ।

নিম্নে কতকগুলি ফলাফল দেওয়া হলো :—

৫ মিলি-এ্যাম্পিয়ার	=	'০০৫	এ্যাম্পিয়ার
'৫ ,, ,,	=	'০০০৫	,,
৫০ ,, ,,	=	'০৫	,,
১০০ ,, ,,	=	'১	,,
১১'৫ ,, ,,	=	'০১১৫	,,

আর রেজিষ্ট্যান্স যদি মেগ্-ওম্‌সে প্রকাশ করা থাকে  
তাকে ওম্‌সে নিয়ে আসতে হলে এক মিলিয়ন ( দশ লক্ষ )  
দিয়ে গুণ করতে হয়। আর সহজ পদ্ধতিতে করতে  
গেলে পূর্বের ন্যায় দশমিক সংখ্যাকে তিন ঘরের বদলে  
ছয় ঘর এগিয়ে নিয়ে যেতে হয়। কিন্তু এবারে বাম দিকের  
শেষ সংখ্যা থেকে ডান দিকে এগিয়ে নিয়ে যেতে হয়,  
যেমন :—

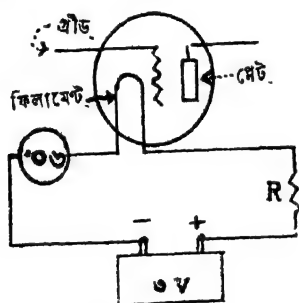
২	মেগ্-ওম্‌স্	=	২,০০০,০০০	ওম্‌স্
১'৫	,, ,,	=	১,৫০০,০০০	,,
'৫	,, ,,	=	৫০০,০০০	,,
'০৫	,, ,,	=	৫০,০০০	,,

**ওম্-সূত্রের ব্যবহার—**এই সূত্রগুলি ভাল ভাবে আয়ত্ত  
করা দরকার, কারণ যে কোন বৈদ্যুতিক কাজে এদের  
প্রয়োগ অত্যন্ত ব্যাপক ও অপরিহার্য। তাই সূত্রগুলি  
অভ্যাসের জন্ত কয়েকটি অঙ্ক করে দেখান হচ্ছে :—

**উদাহরণ ১—**একটি তিন ভোল্ট-বিশিষ্ট ব্যাটারী, আর  
একটি ৩০ নম্বরের রেডিও টিউব দিয়ে যদি বলা হয় যে,

এই ব্যাটারীর সাহায্যে টিউবের ফিলামেন্টটি জ্বালাতে হবে,  
তা হলে আমাদের কোন সূত্র প্রয়োগ করতে হবে ?

প্রথমেই দেখতে হবে ৩০নং টিউবটির ফিলামেন্ট ভোল্টেজ আর ফিলামেন্ট কারেন্ট কত? টিউব ম্যানুয়াল থেকে দেখা গেল ফিলামেন্ট ভোল্টেজ ১ ভোল্ট আর কারেন্ট ৬০ মিলি-এম্পিয়ার। কিন্তু আমাদের হাতে তিন ভোল্টেজ ব্যাটারী দেওয়া হয়েছে। তা হলে এক ভোল্ট আমাদের বেশী হচ্ছে। সেই এক ভোল্টকে রেজিস্ট্যান্সের সাহায্যে নষ্ট করতে হবে (কমাতে হবে)।



৮৬নং চিত্র—।

অতএব  $R = \frac{E}{I}$  এই সূত্র প্রয়োগ করতে হবে।

তাহলে প্রথমেই আমাদের মনে মনে চিন্তা করতে হবে যে—কি আমাদের বার করতে হবে আর সেজন্য কি কি উপকরণ (data) আমাদের প্রয়োজন। এর প্রত্যেকটিই আমরা পেয়েছি, যেমন—

(i) ৮৬নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটের R-এর (রেজিস্ট্যান্সের) পরিমাণ (Value in Ohms) নির্ণয় করতে হবে।

( ii ) ঐ রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট '০৬ এম্পিয়ার (৬০ মিলি-এম্পিয়ার) ও ভোল্টেজ হচ্ছে ১ ভোল্ট।

( iii ) সার্কিটের ঐ এক ভোল্টকে আমাদের নষ্ট করতে হবে।

তা হলে সূত্র হচ্ছে—

$$R = \frac{E}{I} \dots\dots\dots ( i )$$

এখন E-কে ও I-কে পরিবর্তন করলে সূত্রটি দাঁড়ায় এই :—

$$\begin{aligned} R &= \frac{১ \text{ ভোল্ট}}{০৬ \text{ এম্পিয়ার}} \\ &= ৬ ) ১০০ ( ১৬.৬৬ \text{ ওম্‌স্} \\ &\quad \underline{৬} \\ &\quad ৪০ \\ &\quad \underline{৫৬} \\ &\quad ৪০ \\ &\quad \underline{৩৬} \\ &\quad ৪০ \end{aligned}$$

$$\therefore R = \underline{১৬.৬৬ \text{ ওম্‌স্}}$$

উদাহরণ ২—আবার যদি ৮৬নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটে ব্যবহৃত টিউবের ফিলামেন্ট ভোল্টেজ ১ ভোল্ট ও কারেন্ট '০৬ এম্পিয়ার (৬০ মিলি এম্পিয়ার) হয়, তাহলে টিউবের অভ্যন্তরীণ ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ কত ?

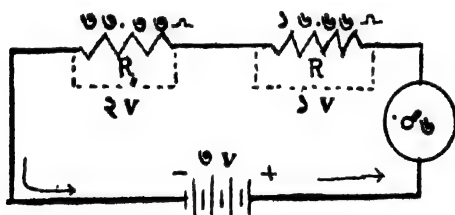
নূত্র অনুযায়ী :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{2}{.06}$$

$$R = 6) 200 ( 33.33 \text{ ওম্‌স্‌}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 20 \\ 18 \\ \hline 10 \\ 18 \\ \hline 28 \end{array}$$

∴ টিউবের ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স = ৩৩.৩৩ ওম্‌স্‌।



৮৭নং চিত্র।

তাহলে ৮৬নং চিত্রের সার্কিটটি ৮৭নং চিত্রের দ্বারা  
অঙ্কণ করতে পারি। এ থেকে জানতে পারা গেল, সার্কিটের  
মোট রেজিস্ট্যান্স হচ্ছে (১৬.৬৬ + ৩৩.৩৩) ৪৯.৯৯ ওম্‌স্‌  
(সাধারণত ৪৯.৯৯ ওম্‌স্‌কে ৫০ ওম্‌স্‌ ধরা হয়ে থাকে)।  
কারেন্ট .০৬ এম্পিয়ার (৬০ মিলি এম্পিয়ার) আর  
ভোল্টেজ হচ্ছে ৩ ভোল্ট। কিন্তু যদি এই সার্কিটের কারেন্টের  
পরিমাণ জানা না থাকে, যেমন—

উদাহরণ ৩—৮৭নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটের ভোল্টেজ আর রেজিস্ট্যান্স জানা আছে যথাক্রমে ৩ ভোল্ট এবং ৫০ ওম্‌স্‌। ঐ সার্কিটের কারেন্টের পরিমাণ কত হবে ?

সূত্রটি হচ্ছে—

$$I = \frac{E}{R} \dots \dots \dots (ii)$$

E-কে ও R-কে পরিবর্তন করলে সূত্রটি দাঁড়ায় :—

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R} = \frac{3}{50} \\ &= 50 ) 300 ( 06 \\ &\quad \underline{300} \end{aligned}$$

∴ কারেন্ট = '০৬ এম্পিয়ার।

উদাহরণ ৪—আবার যদি 'সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স জানা থাকে ৫০ ওম্‌স্‌ এবং কারেন্ট '০৬ এম্পিয়ার তাহলে কোন্‌ সূত্র প্রয়োগ করে ভোল্টেজের পরিমাণ জানা যাবে ?

সূত্রটি হচ্ছে :—

$$E = I \times R \dots \dots \dots (iii)$$

I-কে ও R-কে পরিবর্তন করলে সূত্রটি দাঁড়ায় এই :—

$$E = I \times R = 06 \times 50 = 3 \text{ ভোল্ট}$$

এই ভাবে সার্কিটের যে কোন দুইটি শক্তি জানা থাকলে ওম্‌-সূত্রের সাহায্যে তৃতীয়টি বার করে নেওয়া যায়। এতো

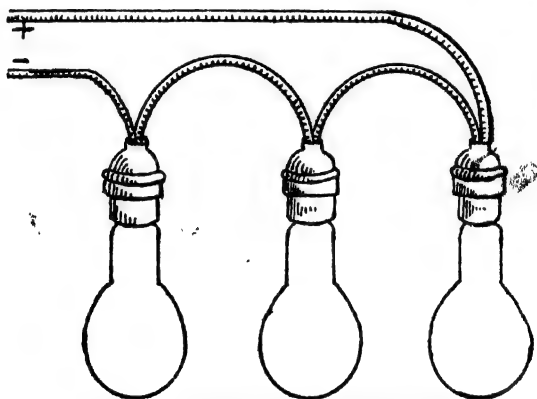


গেল একটি টিউবযুক্ত সার্কিটের বিষয়। এখন দেখা যাক, রেডিও সেটে ব্যবহৃত চারটি বা পাঁচটি টিউব জানা থাকলে আর লাইন ভোল্টেজ বলে দেওয়া হলে কি ভাবে সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স ঠিক করতে হয়। তার আগে এই প্রসঙ্গে কয়েকটি প্রয়োজনীয় কথা বলে রাখা ভাল, যাতে পরে হিসাবের সুবিধা হবে। যেমন :—

- ১। কোন সার্কিটের ভোল্টেজ নির্দিষ্ট রেখে যদি রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ বাড়ান যায় তাহলে কারেন্টের পরিমাণ কমে আসে ও রেজিস্ট্যান্স কমালে কারেন্ট বেড়ে যায়।
- ২। যদি কোন সার্কিটের রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নির্দিষ্ট রেখে ভোল্টেজ বাড়ান যায়, তবে সার্কিটের কারেন্ট বৃদ্ধি পায় ও ভোল্টেজ কমালে কারেন্ট কমে আসে।
- ৩। যদি কোন সার্কিটের ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স দুইই নির্দিষ্ট পরিমাণে থাকে, তবে সার্কিটের কারেন্টও নির্দিষ্ট থাকে, তার কোন পরিবর্তন ঘটে না।
- ৪। পূর্বেই বলেছি, কোন সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে বাধা দেওয়ার ক্ষমতাকে বলা হয় রোধ। রোধ যে দেয় তাকে বলা হয় রেজিস্ট্যান্স। আর রেজিস্ট্যান্সের একক হচ্ছে ওম্‌স।
- ৫। একই সার্কিটের মধ্যে একাধিক রেজিস্ট্যান্সের প্রয়োজন হতে পারে। রেজিস্ট্যান্সগুলির বিভিন্ন রকমের সংযোগের ব্যবস্থা আছে। এই বিভিন্ন রকম সংযোগের ফলে সার্কিটের মধ্যে ভিন্ন ভিন্ন

পরিমাণ রেজিস্ট্যান্সের সৃষ্টি হয়। প্রথমতঃ তিন রকম সংযোগ করা হয়, যেমন :—সিরিজ-সংযোগ ( Series Connection ) ও প্যারালাল সংযোগ ( Parallel Connection ) আর তৃতীয়টি এই দুইয়ের সমন্বয় অর্থাৎ সিরিজ-প্যারালাল সংযোগ ( Series-Parallel Connection )।

**সিরিজ-সংযোগ ( Series Connection )**—যদি দুই গাছা তার কিংবা তারের কয়েল ( Coil ) একটির পর একটি



৮৮নং চিত্র—সিরিজে সংযুক্ত ইলেকট্রিক বাল্ব।

জুড়ে দেওয়া যায়, তবে তাকে সিরিজ-সংযোগ করা বলে। ৮৮ নং চিত্রে সিরিজে যুক্ত তিনটি ইলেকট্রিক বাল্বকে ( Electric lamp ) অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

৮৭ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব ৩৩°৩৩ ও ১৬°৬৬ ওমসের দুইটি রেজিস্ট্যান্স একটার পর একটা জুড়ে দেওয়া হয়েছে। অর্থাৎ ব্যাটারীর পজিটিভ থেকে কারেন্ট প্রথমে ১৬°৬৬ ওমস রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে ও তারপর ঐ

কারেন্টই ৩০'৩০ ওম্‌স্ রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে প্রবেশ করছে এবং তারপর ব্যাটারীর নেগেটিভে ফিরে আসছে। তাহলে দেখা যাচ্ছে, সিরিজ সংযোগের বেলায় কারেন্ট মাত্র একটি পথই পায়—অর্থাৎ একই কারেন্ট প্রথমে একটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে গিয়ে তবে অন্যটিতে পৌঁছায়।

আমরা আগেই দেখেছি যে, কোন সার্কিটে ভোল্টেজ যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে ঐ সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ নির্ভর করে সার্কিটে ব্যবহৃত মোট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণের উপর। তাহলে মোট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ সার্কিটে ব্যবহৃত প্রত্যেকটি আলাদা আলাদা রেজিষ্ট্যান্সের যোগফলের সমান হবে। সূত্রাকারে লিখলে এইরূপ হয় :—

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 \dots \dots \dots \text{ইত্যাদি।}$$

এখানে R মানে সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ। আর  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  ইত্যাদি প্রত্যেক আলাদা আলাদা রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ।

এখন দেখা যাক ৮৭ নং চিত্রে অঙ্কিত ব্যাটারীর ঐ নির্দিষ্ট ভোল্টেজ সার্কিটে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্সকে অতিক্রম করতে গিয়ে কি ভাবে নষ্ট হয়ে যাচ্ছে। পূর্বের যেমন একটি উপমা দিলে বলা হয়েছিল যে, পথকে অতিক্রম করতে গিয়ে শক্তির ক্ষয় হয়, এখানেও ঠিক তাই; রেজিষ্ট্যান্সকে অতিক্রম করতে গিয়ে ভোল্টেজ বা চাপ শক্তির ক্ষয় হয়। অর্থাৎ প্রথম রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে গিয়ে ৮৭ নং চিত্রে অঙ্কিত ব্যাটারীর তিন ভোল্টের কিছুটা ক্ষয় হবেই। ফলে, যেখানে দ্বিতীয় রেজিষ্ট্যান্সের আরম্ভ, সেখানে আর ঠিক তিন ভোল্ট থাকে না, কিছুটা কমে গিয়ে কম ভোল্টেজের সৃষ্টি করে। এখানে বলে রাখা

ভাল যে—“রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক প্রবাহ কারেন্ট চালু রাখতে গিয়ে যে চাপ-শক্তির ক্ষয় হয়ে থাকে তাকে ভোল্টেজ ড্রপ বলে। আর কতখানি ভোল্টেজ ড্রপ করলো তা নির্ভর করে সার্কিটের ভোল্টেজ ও কারেন্টের উপর।

তাহলে দেখা দেখা যাক ৮৭ নং চিত্রে ব্যবহৃত দুইটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে কোনটির উপর কতখানি ভোল্টেজ ড্রপ করছে।

আমরা জানি, সার্কিটে ব্যবহৃত বাটারীর ভোল্টেজ হচ্ছে তিন ভোল্ট আর প্রথম রেজিষ্ট্যান্স হচ্ছে ১৬৬৬ ওমস :  
দ্বিতীয়টি ৩৩৩৩ ওমস আর সমস্ত সার্কিট দিয়ে ০৬ এম্পিয়ার ( ৬০ মিলি এম্পিয়ার ) কারেন্ট প্রবাহ রয়েছে।

তাহলে প্রথম রেজিষ্ট্যান্সের ভোল্টেজ ড্রপ :—

$$\begin{aligned} E &= I \times R \\ &= 0.06 \times 1666 \\ &= 1.000 \text{ ভোল্ট} \end{aligned}$$

( সাধারণতঃ এক ভোল্ট ধরা হয় )

আর দ্বিতীয় রেজিষ্ট্যান্সের ভোল্টেজ ড্রপ :—

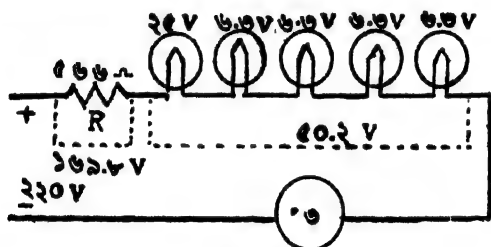
$$\begin{aligned} E &= I \times R \\ &= 0.06 \times 3333 \\ &= 2.000 \text{ ভোল্ট} \end{aligned}$$

( সাধারণতঃ দুই ভোল্ট ধরা হয় )

তাহলে দেখা গেল, প্রথমটিতে এক ভোল্ট ও দ্বিতীয়টির বেলায় ব্যাটারীর আর অবশিষ্ট দুই ভোল্ট তাও শেষ হয়ে

যাচ্ছে। এক কথায় দ্বিতীয়টির পরে ব্যাটারীর সমস্ত ভোল্টেজই নষ্ট হয়ে যাচ্ছে।

সিরিজ-সংযোগযুক্ত সার্কিটে সর্বত্র একই শক্তির কারেন্ট থাকে। কিন্তু ভোল্টেজ, সার্কিটের বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রকম হয়। যেমন রেডিওর কাজে ব্যবহৃত অনেকগুলি টিউবের সব কটি একই ভোল্টেজ বিশিষ্ট হয় না। যেমন—৮নং চিত্রে ব্যবহৃত পাঁচটি টিউবের মধ্যে সব কয়টি একই ভোল্টেজ বিশিষ্ট নয়। চারটি ৬.৩ ভোল্ট আর ৩ এম্পিয়ার হলেও একটি ২৫ ভোল্ট ৩ এম্পিয়ার। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব ভোল্টেজের তারতম্য ঘটলেও কারেন্ট সব কয়টিরই সমান।



৮নং চিত্র।

এখন যদি টিউব কয়টি সিরিজে সংযুক্ত করা হয় তাহলে  $(25 + 6.3 + 6.3 + 6.3 + 6.3)$  মোট ৫০.২ ভোল্টের প্রয়োজন হয় ৩ এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহের জন্য। কিন্তু আমরা জানি, আমাদের সরবরাহ ভোল্টেজ হচ্ছে ২২০ ভোল্ট। অতএব  $220 - 50.2$  (২২০ বিয়োগ ৫০.২) = ১৬৯.৮ ভোল্ট সরবরাহের সাথে যুক্ত করে দিলে বেশী ভোল্টেজের ফলে টিউবগুলির ফিলামেন্ট পুড়ে নষ্ট হয়ে যাবে। তাই ১৬৯.৮ ভোল্টকে নষ্ট করার জন্য ৮নং

চিত্রের স্থায় একটি রেজিষ্ট্যান্স ( R ) যুক্ত করতে হবে।  
এখন দেখা যাক ঐ R এর পরিমাণ কত দরকার।

R এর পরিমাণ :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{১৬২.৮}{.৩} = ৫৪০ \text{ ওম্.}$$

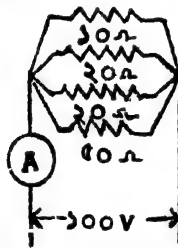
এ পর্যন্ত সকল বিষয়গুলি মোটামুটি এই ভাবে স্মরণ রাখা চলে যে—

- ১। যখনই কোন সার্কিটের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তখনই ভোল্টেজ ড্রপ্ ঘটে। আর কারেন্ট সৃষ্টি না হলে কোনরূপ ভোল্টেজ ড্রপ্ ঘটে না।
- ২। এই ভোল্টেজ ড্রপ্ নির্ভর করে সার্কিটের কারেন্ট ও রেজিষ্ট্যান্সের উপর অর্থাৎ কারেন্ট ও রেজিষ্ট্যান্সের গুণফলের দ্বারা ভোল্টেজ ড্রপ্ নির্ধারণ করা যায়।
- ৩। একটি সার্কিটের মধ্যে যে ভোল্টেজ সৃষ্টি হয় তাকে সার্কিটের মধ্য দিয়ে পরিচালনা করতে গিয়ে তা সম্পূর্ণরূপে নিঃশেষিত হয়ে যায়। ফলে, সার্কিটের নেগেটিভ দিকে আর কোনও ভোল্টেজ অবশিষ্ট থাকে না।
- ৪। সিরিজ-সংযোগযুক্ত সার্কিটের সর্বত্র একই কারেন্ট প্রবাহিত হলেও বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রকম ভোল্ট থাকে।

**প্যারাল্যাল-সংযোগ ( Parallel Connection )** দুই বা ততোধিক রেজিষ্ট্যান্স এক জায়গায় করে ২০নং চিত্র অনুযায়ী সব কটা রেজিষ্ট্যান্সের বাদিক এক সঙ্গে, আর

ডানদিক এক সঙ্গে জুড়ে দিয়ে যদি প্রবাহের জন্য একাধিক পথের সৃষ্টি করা যায়, তবে তাকে **রেজিষ্ট্যান্সের প্যারালাল-সংযোগ** বলে।

সিরিজ-সংযোগের বেলায় যেমন দেখেছি সমস্ত সার্কিটের মধ্য দিয়ে একটি মাত্র পথ থাকে এবং কারেন্টের পরিমাণ সর্বত্র একই থাকে, কিন্তু প্যারালাল সার্কিটের বেলায় ঠিক তার উল্টো। সমস্ত সার্কিটের মধ্যে কারেন্ট প্রবাহের জন্য একাধিক পথ থাকে আর বিভিন্ন পথের কারেন্টের পরিমাণ ভিন্ন ভিন্ন পরিমাপের হয়। সিরিজ-সংযোগের বেলায় যেমন



২০নং চিত্র—প্যারালাল সংযোগ।

সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্সকে সার্কিটের পৃথক পৃথক রেজিষ্ট্যান্সগুলির যোগফল দ্বারা পেয়েছি, প্যারালাল-সংযোগের বেলায় ঠিক তার উল্টো। প্যারালাল-সংযোগের বেলায় সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ বেড়ে না গিয়ে বরং কমে যায়। মনোযোগের সহিত লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে।

**উদাহরণ ১—**১১নং চিত্রে যে ১০ ভোল্ট সরবরাহ থেকে

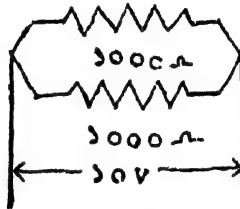
দুইটি ১,০০০ ওমস রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কারেন্টকে  
সার্কিটের দুই পথে প্রবাহের ব্যবস্থা করা হয়েছে, তাদের

প্রত্যেকটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কত কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে এবং ঐ সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্স কত ?

প্রত্যেকটি রেজিষ্ট্যান্সে মধ্যকার কারেন্ট :—

$$I = \frac{E}{R} = \frac{১০}{১০০০} = .০১ \text{ এম্পিয়ার।}$$

এক্ষেত্রে একটি হাজার ওমস (১০০০) রেজিষ্ট্যান্সে .০১ এম্পিয়ার (১০ মিলি এম্পিয়ার) প্রবাহ যাচ্ছে। তাহলে সার্কিটে ব্যবহৃত দুটি হাজার ওমস রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে



২:নং চিত্র।

মোট ০২ এম্পিয়ার প্রবাহ-শক্তি আছে। এইবার দেখা যাক, সার্কিটের মোট কারেন্ট যদি ০২ এম্পিয়ার হয়, আর সরবরাহ ভোল্টেজ যদি ১০ ভোল্ট হয় তবে সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্স কত ?

মোট রেজিষ্ট্যান্স :—

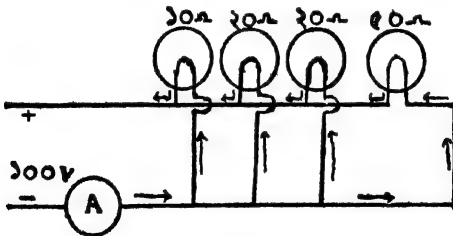
$$R = \frac{E}{I} = \frac{১০}{.০২} = ৫০০ \text{ ওমস।}$$



তাহলে দেখা যাচ্ছে সার্কিটের মধ্যে দুটি হাজার ওমস অর্থাৎ দু-হাজার (২০০০) ওমস রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছিল। কিন্তু তাদের প্যারাল্যাল-সংযোগের কলে সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ এসে দাঁড়াল মাত্র ৫০০ ওমস। প্রায় ঠিক ভাগ কম। তাই প্যারাল্যাল-সংযোগের মোট রোধের পরিমাণ নির্ণয়ের জন্য নিম্নলিখিত সূত্রটি ব্যবহার করা হয় :—

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \dots \dots \dots}$$

উদাহরণ ২—৯১ নং চিত্রে অঙ্কিত চারটি টিউবের প্যারাল্যাল সংযোগযুক্ত ফিলামেন্ট সার্কিটে (৯১নং চিত্রকে



৯১নং চিত্র।

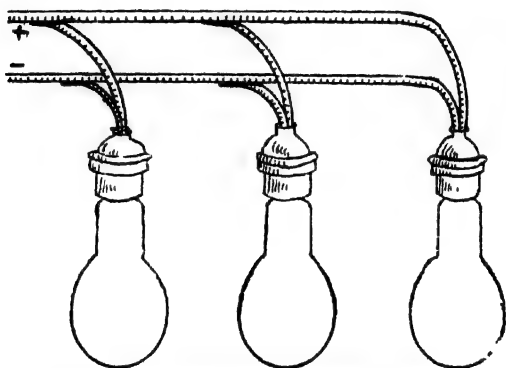
৯০নং চিত্রে আরও সহজভাবে দেখান হয়েছে) যথাক্রমে ৫০, ২০, ২০ ও ১০ ওমস রেজিস্ট্যান্স আছে। সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ কত ?

$$\begin{aligned}
 R \text{ (সমবেত রেজিস্ট্যান্স)} &= \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}} \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10}} \\
 &= \frac{1}{\frac{1+2+2+4}{20}} \\
 &= \frac{1}{\frac{9}{20}} \\
 &= \frac{20}{9} \\
 &= 2.22 \\
 &= 2.22 \text{ ওম্}
 \end{aligned}$$

এখানে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি মনে রাখলে প্যারাল্যাল-সংযোগযুক্ত সার্কিটের সকল বিষয় সহজভাবে মনে রাখা যায়—

- ১। এই সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহের জন্য একাধিক পথ থাকে এবং বিভিন্ন পথের কারেন্ট বিভিন্ন পরিমাপের হয়।
- ২। কারেন্টের পরিমাণ প্রত্যেকটি পথের রেজিস্ট্যান্স অনুযায়ী বিভিন্ন পরিমাপের হয় এবং সার্কিটের কারেন্ট ভিন্ন ভিন্ন পথে প্রবাহিত কারেন্টের যোগফলের সমান।

- ৩। সার্কিটের সমস্ত রেজিস্ট্যান্সের উপর ভোল্টেজ ড্রপের পরিমাণ একই পরিমাণ থাকে।
- ৪। এই সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ, সার্কিটে ব্যবহৃত সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্রতম রেজিস্ট্যান্স অপেক্ষা কম হয়।
- ৫। যে সকল ক্ষেত্রে একই ভোল্টেজ থেকে বিভিন্ন পরিমাপের কারেন্ট দরকার হয়, সেখানে পারালাল সংযোগের ব্যবস্থা করতে হয়।



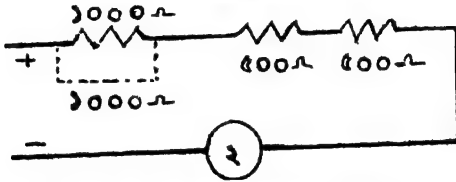
৯৩নং চিত্র—পারালালে যুক্ত ইলেকট্রিক বাল্ব।

সাধারণতঃ ইলেকট্রিক বাল্ব রেজিস্ট্যান্স ছাড়া আর কিছুই নয় তাকে ৯৩নং চিত্রের স্থায়ী পারালালে লাগান হয়।

**সিরিজ-পারালাল-সংযোগ ( Series-Parallel Connection )** সিরিজ-সংযোগ ও পারালাল-সংযোগ এই দুইয়ের সমন্বয়। অর্থাৎ কারেন্ট প্রথমে সরবরাহের পজিটিভ দিক থেকে বেরিয়ে দুই বা ততোধিক পথ-যুক্ত

প্যারাল্যাল্ সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। ঐ বিভিন্ন পরিমাপের কারেন্ট একত্রিত হয়ে পুনরায় সিরিজ সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে সরবরাহের নেগেটিভের দিকে চলে যায়। এইরূপ সার্কিটকে বলা হয় সিরিজ-প্যারাল্যাল সংযোগ সার্কিট।

**উদাহরণ ১**--মনে করা যাক, দুইটি ৫০০ ওম্‌স রেজিস্ট্যান্সকে সিরিজে সংযোগ করে, ৯৪নং চিত্র অনুযায়ী আরও দুইটি ১০০০ ওম্‌স রেজিস্ট্যান্সকে প্যারাল্যাল-সংযোগ করে পূর্বের ৫০০ ওম্‌স রেজিস্ট্যান্সদ্বয়ের সাথে সিরিজে



৯৪নং চিত্র—সিরিজ-প্যারাল্যাল সার্কিট।

লাগান হয়েছে। এখন ঐ সমবেত সার্কিট দিয়ে যদি ২ গ্র্যাম্পিয়ার প্রবাহ পাঠাবার দরকার হয়, তা হলে সার্কিটের সরবরাহ ভোল্টেজ কত হওয়া উচিত?

প্রথমতঃ প্যারাল্যাল্ সার্কিটের সমবেত রেজিস্ট্যান্স সমান :—

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}} \\
 &= \frac{1}{\frac{2}{1000}} \\
 &= \frac{1000}{2} = 500 \text{ ওম্‌স।}
 \end{aligned}$$

দ্বিতীয়তঃ ঐ সমবেত রেজিষ্ট্যান্স অথ দুটো রেজিষ্ট্যান্সের সাথে সিরিজে লাগান আছে বলেই সমস্ত সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স সমান :—

$$R = 500 + 500 + 500 = 1500 \text{ ওম্‌স্}।$$

তৃতীয়তঃ কারেন্ট আমাদের চাই ২ এম্পিয়ার। অতএব ভোল্টেজ সমান :—

$$E = 2 \times 1500 = 3000 \text{ ভোল্ট}।$$

এই ধরনের কোন জটিল সার্কিটের সম্মুখীন হলে উপরিউক্ত নিয়মে তার হিসাব ঠিক করে নিতে হয়। এইরূপ সিরিজ-প্যারাল্যাল সার্কিটের প্যারাল্যাল অংশকে সিরিজ অংশের শাণ্ট (shunt) বলা যেতে পারে। অর্থাৎ ৯৪ নং চিত্রে অঙ্কিত দুইটি ১০০০ ওম্‌স রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে একটিকে সার্কিটের অথ দুটি ৫০০ ওম্‌স রেজিষ্ট্যান্সের সাথে সিরিজ ধরে দ্বিতীয় ১০০০ ওম্‌স রেজিষ্ট্যান্সকে প্রথম ১০০০ ওম্‌স রেজিষ্ট্যান্সের শাণ্ট বলা হয়ে থাকে। শাণ্টের কাজই হলো সার্কিটের কিছুটা প্রবাহ অথ পথে পরিচালিত করা। তাই শাণ্ট বলা হয়, সার্কিটের কোন একটি অংশের সাথে সমান্তরাল ভাবে (প্যারাল্যাল ভাবে) সংযুক্ত আর একটি রেজিষ্ট্যান্সকে।

রেডিওর কাজে মিটার, পাইলট ল্যাম্প, প্রভৃতিতে শাণ্ট ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এইরূপ জটিল সার্কিটে ব্যবহৃত শাণ্টের হিসাব করা খুবই সহজ। ৯৫ নং চিত্রে একটি শাণ্টযুক্ত সার্কিটের হিসাব করে দেখান হয়েছে।

উদাহরণ ২—মনে করা যাক, আমাদের হাতে ছয়টি  
ভ্যালভ আছে, যথাক্রমে, তিনটি 6D6, একটি 6A7, একটি



প্যারাল্যাল-সংযোগের বেলায় সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজ একই থাকে, কারেন্ট বিভিন্ন রকমের হয়।

এখানে ভ্যালভ বা টিউবগুলির মধ্যে কারেন্টের ভারতম্য থাকায় সিরিজ-সংযোগ চলে না। আবার ভোল্টেজের পার্থক্য থাকায় প্যারাল্যাল-সংযোগ করাও চলে না। তাহলে আমাদের শান্টের সাহায্য নিতে হবে। পূর্বেই বলেছি শান্টের কাজ হলো কিছুটা কারেন্ট অল্প পথে পরিচালিত করা। এখন যদি ৯৫ নং চিত্রের মত টিউবগুলি সিরিজে সংযোগ করে সমস্ত সার্কিটের মধ্যে '৪ অ্যাম্পিয়ার প্রবাহ রেখে '৩ অ্যাম্পিয়ার ফিলামেন্টযুক্ত টিউবের সাথে একটি শান্ট যুক্ত করে ঐ শান্টের সাথে বাকি '১ অ্যাম্পিয়ারকে প্রবাহিত করা যায়, তাহলে সার্কিটটি সম্পূর্ণ হয়। এক কথায় সিরিজ প্যারাল্যাল-সংযোগ অর্থাৎ ১২০ ভোল্ট সরবরাহের পজিটিভ থেকে বেরিয়ে প্রবাহ প্রথমে '৪ অ্যাম্পিয়ার টিউবের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে, তারপর দুই ভাগে বিভক্ত হয়ে মোট '৪ অ্যাম্পিয়ারের '৩ অ্যাম্পিয়ার, টিউবের ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে ও বাকি '১ অ্যাম্পিয়ার শান্টের পথে প্রবাহিত হয়ে আবার প্রবাহ দুটি একত্র মিশে সরবরাহের নেগেটিভে চলে যায়।

এবারে দেখা যাক বিভিন্ন শ্রেণীতে কত ভোল্টেজ হচ্ছে। প্রথম ৪৪ টিউবের ভোল্টেজ ৩০ ভোল্ট। বাকি পাঁচটি টিউবের (৬'৩×৫) ৩১'৫ ভোল্ট। অর্থাৎ মোট ভোল্টেজ হচ্ছে (৩১'৫+৩০) ৬১'৫ ভোল্ট। কিন্তু আমাদের সরবরাহ ভোল্টেজ বলা হয়েছে ২২০ ভোল্ট। তাহলে বাকি (২২০-৬১'৫) ১৫৮'৫ ভোল্ট ড্রপ করতে হবে। হিসাব করে দেখা যাক ড্রপিং রেজিস্ট্যান্স কত হয়।

যেহেতু, রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে '৪ অ্যাম্পিয়ার প্রবাহ-  
শক্তি আছে সেই হেতু রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ সমান :—

$$R = \frac{IE}{I} = \frac{১৫৮'৫}{'৪} = ৩৯৬'২৫ \text{ ওম্‌স্‌।}$$

এখন দেখা যাক শাণ্টের পরিমাণ কত।

যেহেতু, শাণ্ট-যুক্ত সার্কিটের (প্যারাল্যাল সার্কিটের)  
ভোল্টেজ হচ্ছে ৩১'৫ ভোল্ট এবং শাণ্টের মধ্য দিয়ে  
প্রবাহিত কারেন্ট '১ অ্যাম্পিয়ার সেই হেতু শাণ্টের পরিমাণ  
সমান :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{৩১'৫}{'১} = ৩১৫ \text{ ওম্‌স্‌।}$$

পুনরায় যদি অঙ্কটি ঠিক হলো কিনা প্রমাণ করে  
দেখতে যাই, তাহলে প্রথমতঃ সার্কিটের বিভিন্ন স্থানের  
ভোল্টেজ যোগ করলে (১৫৮'৫ + ৩০ + ৩১'৫) দেখতে  
পাব সরবরাহ ভোল্টেজের (২২০ ভোল্টেজের) সমান হবে।  
দ্বিতীয়তঃ ঐ সরবরাহ ভোল্টেজকে সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্স  
দিয়ে ভাগ করলে দেখতে পাব, সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট  
'৪ অ্যাম্পিয়ারের সমান হবে কিন্তু প্যারাল্যাল সার্কিটে মাত্র  
'৩ অ্যাম্পিয়ার আর ৩১৫ ওম্‌স্‌ জানা আছে। তাহলে প্রথমেই  
প্যারাল্যাল সার্কিটের মোট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ বার করে  
নিতে হবে।

প্যারাল্যাল সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের জন্য দুইটি পথ  
আছে। প্রথম পথের রেজিষ্ট্যান্স সমান :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{৩১'৫}{'৩} = ১০৫ \text{ ওম্‌স্‌।}$$



প্রবাহের দ্বিতীয় পথের রেজিস্ট্যান্স সমান :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{৩১৫}{১} = ৩১৫ \text{ ওম্‌স্}।$$

অতএব প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ সমান :—

$$\begin{aligned} R &= \frac{১}{\frac{১}{r_1} + \frac{১}{r_2}} \\ &= \frac{১}{\frac{১}{১০৫} + \frac{১}{৩১৫}} \\ &= \frac{১}{\frac{১}{৮}} = \frac{৩১৫}{৮} \\ &= ৭৮.৭৫ \text{ ওম্‌স্}। \end{aligned}$$

আর একটি সূত্র দ্বারা এই প্যারালাল সার্কিটের হিসাব করা যায়। সূত্রটি হলো :—

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{১০৫ \times ৩১৫}{১০৫ + ৩১৫} = ৭৮.৭৫ \text{ ওম্‌স্}।$$

এখন সার্কিটের সমবেত রেজিস্ট্যান্স সমান :—

$$৩৯৬.২৫ + ৭৮.৭৫ \times ৭৫ = ৫৫০ \text{ ওম্‌স্}।$$

এখানে ৭৫ ওম্‌স্‌ হচ্ছে ৪৪ টিউবের আভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স যেমন :—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{৩০}{.৪} = ৭৫ \text{ ওম্‌স্‌।}$$

তাহলে সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ পেলাম ৫৫০ ওম্‌স্‌। এখন সরবরাহ ভোল্টেজকে (২২০ ভোল্ট) সার্কিটের ঐ মোট রেজিস্ট্যান্স (৫৫০ ওম্‌স্‌) দিয়ে ভাগ করলে সার্কিটের কারেন্টের পরিমাণ পাব।

সার্কিটের প্রবাহ-শক্তির পরিমাণ সমান :—

$$I = \frac{E}{R} = \frac{২২০}{৫৫০} = .৪ \text{ এম্পিয়ার।}$$

এইভাবে বিভিন্ন প্রকার সূত্রের সাহায্যে অঙ্কটিকে পুনরায় প্রমাণ করে দেখা যায়।

**পাওয়ার (Power) :**—একটা নির্দিষ্ট সময়ে একটি ভারী জিনিষকে একজন লোক হয়তো মাটি থেকে দশ হাত উপরে অনায়াসে তুলতে পারে, আর একজন ঐ একই জিনিষকে একই সময়ে মাটি থেকে এক হাতও তুলতে পারে না। এইরূপ অবস্থায় আমরা প্রথম ব্যক্তিকে দ্বিতীয় ব্যক্তি অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী বলি অর্থাৎ প্রথম ব্যক্তির কাজ করবার ক্ষমতা দ্বিতীয় ব্যক্তি অপেক্ষা বেশী। এক কথায় বলতে গেলে—কর্ম-শক্তি বা পাওয়ার বলতে বুঝায় কাজের রেট্‌ বা একটি নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে কতটুকু কাজ করা হচ্ছে তার পরিমাণ, তাই কর্ম-শক্তির একককে বলা হয় ওয়াট্‌ (Watt)।

বৈদ্যুতিক কাজে ওয়াটেজ কথাটি ব্যাপক ভাবে ব্যবহার করা হয়, কারণ ওয়াট্‌ হচ্ছে বৈদ্যুতিক কর্ম-শক্তির একক।

কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপের জন্য যেমন একক (Unit) স্থির করে নেওয়া হয়েছে, শক্তির পরিমাপের বেলায়ও ওয়াটকে তার একক (Unit) হিসাবে ধরা হয়েছে।

ওয়াট্ কথাটির সৃষ্টি হয়েছে বাষ্পীয় শক্তির আবিষ্কারক জেম্‌স্ ওয়াট্-এর নাম অনুযায়ী। তিনি প্রথম তাঁর বাষ্পীয় ইঞ্জিনের কৰ্ম-শক্তির পরিমাণ নির্ধারণের জন্য



জেম্‌স্ ওয়াট্

১৭৩৬—১৮১৯

অশ্বের শক্তির সঙ্গে তুলনা করে যান্ত্রিক কৰ্ম-শক্তির একককে “অশ্ব-শক্তি” (Horse-Power) নাম দিয়াছিলেন। তাই যান্ত্রিক ব্যাপারে কৰ্ম-শক্তিকে অশ্ব-শক্তি বা হর্স-পাওয়ার দিয়ে হিসাব করা হয়। এক অশ্ব-শক্তি হচ্ছে ৭৪৬ ওয়াটের সমান। অর্থাৎ ৭৪৬ ওয়াট্ বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে যে পরিমাণ কার্য করা যায়, এক অশ্ব-শক্তির (যান্ত্রিক কৰ্ম-শক্তি)

সাহায্যে ঠিক ততখানিই কাজ সম্পন্ন হয়। মোটর, ইঞ্জিন প্রভৃতি ক্ষেত্রে শুনা যায়, দুই হর্স-পাওয়ার মোটর (২ হোড়ার মোটর) অর্থাৎ বৈদ্যুতিক পরিমাণ অনুযায়ী মোটর সার্কিটের কর্ম-শক্তি হচ্ছে  $(৭৪৬ \times ২) ১৪৯২$  ওয়াট্।

ভোল্টেজকে কারেন্ট দিয়ে গুণ করলে পাওয়ার পাওয়া যায়। অর্থাৎ পাওয়ার শুধু কারেন্ট নয়, আবার শুধু ভোল্টেজও নয়। কর্ম-শক্তি বা পাওয়ার হচ্ছে এই দুইয়ের গুণফল।

সূত্রাকারে লিখলে এইরূপ দাঁড়ায় :—

$$W = E \times I \dots\dots\dots (i)$$

এই সূত্রটিকে অত্র দুই ভাবে প্রকাশ করা যায় যেমন

ওম্-সূত্র অনুযায়ী আমরা জানি  $E = I \times R$  ও  $I = \frac{E}{R}$

অতএব কর্ম-শক্তির প্রথম সূত্রটিকে এইভাবে লেখা চলে :—

$$W = E \times I = (I \times R) \times I = I^2 \times R \dots\dots\dots (ii)$$

[ অর্থাৎ সার্কিটে যে কারেন্ট রয়েছে তার বর্গকে সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স দিয়ে গুণ করলে ওয়াট হিসাবে সার্কিটের মোট কর্ম-শক্তি পাওয়া যায়। ]

পুনরায় দ্বিতীয় সূত্রটিকে এইভাবে প্রকাশ করা যায়, যেমন—

$$W = E \times I = E \times \left( \frac{E}{R} \right) = \frac{E^2}{R} \dots\dots\dots (iii)$$

[ অর্থাৎ সার্কিটের যে ভোল্টেজ আছে তার বর্গকে সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স দিয়ে ভাগ করলে ‘পাওয়ার’ হিসাবে সার্কিটের মোট কর্ম-শক্তি পাওয়া যায়। ]

উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। এই সম্পর্কে আর একটি বিষয় বলে রাখা দরকার যে, শুধু সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজের হিসাব নিয়েই রেজিষ্ট্যান্স নির্ধারণ করলে চলবে না, রেজিষ্ট্যান্সের সহন-শক্তির দিকেও লক্ষ্য রাখতে হবে। একটি নির্দিষ্ট চাপে রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে প্রবাহিত কারেন্টের ফলে যে বৈদ্যুতিক কর্ম-শক্তির বা পাওয়ার দরকার হবে, সেই শক্তি বহন করবার ক্ষমতা যদি না থাকে তাহলে রেজিষ্ট্যান্সটি পুড়ে যাবে। তাই রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করবার সময় জেনে নিতে হবে যে রেজিষ্ট্যান্সটির এই সহন-শক্তি আছে কিনা। সাধারণতঃ স্থান বিশেষে সার্কিটের কর্ম-শক্তির চেয়ে দ্বিগুণ থেকে চতুর্গুণ পর্য্যন্ত শক্তি সহনশীল রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা উচিত। প্রাপ্ত কারকেরা রেজিষ্ট্যান্সের আয়তন অনুযায়ী ওয়াটেজ নির্দিষ্ট করে দেন যেমন—ই, ১, ২, ১০, ২০, ৩০, ৫০, ৭৫, ১০০ এবং ২০০ ওয়াট। বেশী ওয়াটের রেজিষ্ট্যান্সগুলি বড় হয় ও কম ওয়াটের রেজিষ্ট্যান্সগুলি অপেক্ষাকৃত ছোট হয়। রেজিষ্ট্যান্স আবার দুই প্রকারের হয় কার্বন রেজিষ্ট্যান্স ও তার জাতীয় রেজিষ্ট্যান্স। চার ওয়াটের বেশী যেখানে প্রয়োজন, সেখানে কার্বন রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা উচিত নয়। তার জাতীয় রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করাই উচিত।

উদাহরণ ১—কোন ফিলামেন্ট সার্কিটে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্সের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তের চাপ-মাত্রা (Voltage across its terminals) ৪০ ভোল্ট এবং প্রবাহ-শক্তি বা কারেন্ট ৩ এম্পিয়ার হলে, তার ওয়াটেজ হিসাবে পাওয়ার কত হবে?

প্রথম সূত্র অনুযায়ী।

$$W = E \times I = 80 \times .3 = ১২ \text{ ওয়াট।}$$

পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী ১২ ওয়াট রেজিষ্ট্যান্সের দ্বিগুণ করলে হয়  $১২ \times ২ = ২৪$  ওয়াট। (২৪ ওয়াটের কোন রেজিষ্ট্যান্স প্রস্তুত করা হয় না, এক্ষেত্রে ২০ কিম্বা ৩০ ওয়াটের রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়)।

উদাহরণ ২—একটি ১৫,০০০ ওম্‌স রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে যদি ১০ মিলি-এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহের ব্যবস্থা করা হয়, তাহলে রেজিষ্ট্যান্সের ওয়াটেজ কত হবে?

এখানে দ্বিতীয় সূত্রটি প্রয়োগ করতে হবে—

$$W = I^2 \times R = .10 \times .10 \times ১৫,০০০ = .০০০১ \times ১৫,০০০ \\ = ১.৫ \text{ ওয়াট}$$

দ্বিগুণ করলে হয়  $১.৫ \times ২ = ৩$  ওয়াট

উদাহরণ ৩—সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ ৪০০ ওম্‌স এবং ভোল্টেজ ৪০ ভোল্ট জানা আছে, রেজিষ্ট্যান্সের ওয়াটেজ নির্ণয় কর।

তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী—

$$W = \frac{E^2}{R} = \frac{(৪০)^2}{৪০০} = \frac{১৬০০}{৪০০} = ৪ \text{ ওয়াট}$$

দ্বিগুণ করলে হয়  $৪ \times ২ = ৮$  ওয়াট

এইভাবে তিন প্রকার সূত্র প্রয়োগ করে রেজিষ্ট্যান্সের ওয়াট হিসাবে কৰ্ম-শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

## Test Questions

1. *In what units resistance, current and pressure are measured ?*
2. *State Ohm's Law.*
3. *What letters are used to represent volt, ampere and ohms?*
4. *The electric pressure applied to a circuit is 220 volt, and it is desired to obtain a current of 5 ampere. What should be the resistance of that circuit ?*

Ans. 440 ohms.

5. *How do you convert milliamperes into amperes ?*
6. *If the resistance in a circuit is increased, what happens to the current ?*
7. *If the voltage in a circuit is increased, what happens to the current ?*
8. *Describe what is meant by the voltage drop in an electrical circuit ?*
9. *Two resistors of 40 and 60 ohms respectively are connected in series across a 220 volt source. Calculate ( a ) the current flow and ( b ) the voltage drop across each resistor.*

Ans. (a) 2.2 amp. (b) 88 and 132 volts,

10. *What would be the ( a ) total or joint resistance, if the resistors of the previous example were all connected in parallel, ( b ) total current and ( c ) the current in each individual resistor be, assuming the impressed voltage at 220 as before ?*

Ans. (a) 24 ohms. (b) 9.17 amp. (c) 5.5 and 3.7 amperes.

11. *In a series circuit, is the current exactly the same in all parts or is it different at different points in the circuit ?*
  12. *What formula is generally used to determine the total resistance of parallel circuit ?*
  13. *What is the total or joint resistance of three incandescent lamp shown in fig 93 of resistance 210 ohms each connected in parallel ?*  

Ans. 70 ohms.
  14. *A resistor of 875 ohms is required for a certain circuit, but resistors of 1000, 1000, 1500 and 500 ohms are available. Show with the aid of a diagram, how these may be connected to make the required resistance.*
  15. *What are the common units used in power measurement ?*
  16. *What are the relations between horse-power and watts ?*
  17. *Write the three formulas for electrical power in watts.*
  18. *What are the two general classes of resistors used in radio receivers and where are they used ?*
-

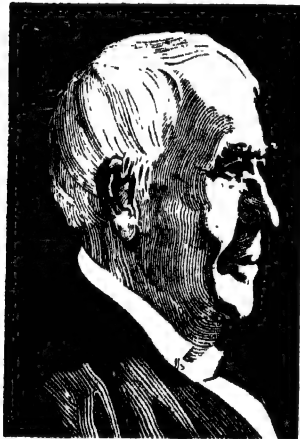


ষষ্ঠ অধ্যায়

## ভ্যাকুয়াম-টিউব

( Vacuum Tube )

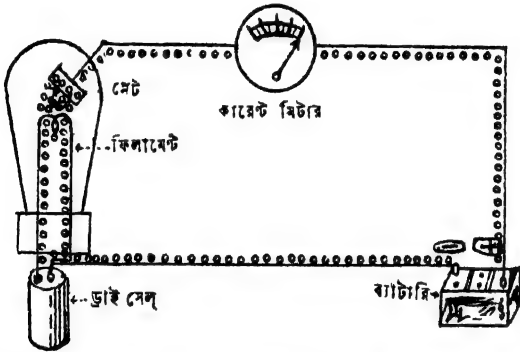
এডিসন এফেক্ট ( Edison Effect )—যখন জগতের  
অগাধ বিজ্ঞানীগণ সত্ত্বজাত ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভ্‌স  
নিয়ন্ত্রিত ব্যস্ত তখন আমেরিকার বিশিষ্ট বৈজ্ঞানিক টমাস



টমাস এলভা এডিসন  
( ১৮৪৭—১৯৩১ )

এলভা এডিসনও ( Thomas Alva Edison ) একটি  
বায়ুশূন্য কাচনলের মধ্যে ইলেকট্রিসিটির সাহায্যে আলোক-  
রশ্মি আবিষ্কারের কাজে নিযুক্ত। এই আলোক-রশ্মি নিয়ে  
পরীক্ষা করতে গিয়েই এডিসন ঘটনা ক্রমে এক শক্তিশালী

বস্তুর সম্মুখীন হলেন। তিনি দেখতে পেলেন, যখনই কাট-নলের মধ্যে অবস্থিত ফিলামেন্টটি কেটে যায় তখন কেবল তার একটি প্রান্তই কাটে। তীক্ষ্ণদৃষ্টি বৈজ্ঞানিক এডিসন আরও লক্ষ্য করলেন যে, ফিলামেন্টের যে প্রান্তটি ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্তে যুক্ত থাকে, কেবল সেই প্রান্তটিই কাটে। তাই এর কারণ বুঝতে না পারায় তিনি বিভিন্ন প্রকার পরীক্ষার সাহায্যে ফিলামেন্টের এই দুর্বলতা দূর করতে চেষ্টা করতে লাগলেন।

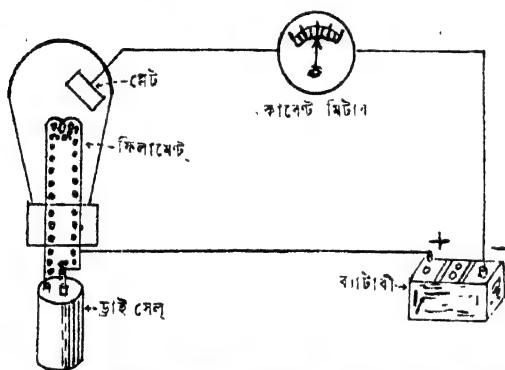


৯৮নং চিত্র—এডিসন এক্কেট সার্কিট। প্লেটে পজিটিভ ভোল্টেজ দেওয়ার ফলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটা নড়ে ওঠে।

এই ভাবে বিভিন্ন উপায়ে পরীক্ষা করতে গিয়ে অবশেষে ৯৮নং চিত্র অনুযায়ী একটি ধাতব প্লেটকে ঐ কাচ পাত্রের মধ্যে অবস্থিত ফিলামেন্টের কাছে রেখে চিত্র অনুযায়ী একটি গ্যালভানো-মিটার ( ইলেকট্রিক কারেন্ট পরিমাপক যন্ত্র ) প্লেট ও ব্যাটারীর সাথে সিরিজে সংযুক্ত করে দেখতে পেলেন, যখনই গ্যালভানো-মিটারের অপর প্রান্তটি ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্তে যুক্ত করা হয়, তখনই গ্যালভানো-মিটারের কাঁটাটি নড়ে উঠে। কিন্তু ৯৯ নং চিত্রের শ্রায় নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত

হলে ( ব্যাটারীর সংযোগ উল্টো হলে ) গ্যালভানো মিটারের কাঁটা নড়ে না। এই ভাবে গ্যালভানো-মিটারের সাহায্যে তিনি ইলেক্ট্রিক কারেন্টের গতি লক্ষ্য করিলেন এবং আরও লক্ষ্য করিলেন যে, ঐ গতি একাভিমুখী—অর্থাৎ বাহিরের সংযোগ পথে কেবল ফিলামেন্ট থেকে প্লেটের দিকেই প্রবাহিত হয়।

তাহার এই আবিষ্কারের প্রকৃত রহস্য তখন তিনি উদ্ঘাটন করতে পারেন নি। তার কারণ, তখনও পর্যাপ্ত ইলেক্ট্রন-



৯৯নং চিত্র—প্লেটে নেগেটিভ ভোল্টেজের ফলে কোন কারেন্ট প্রবাহিত হয় না।

বিজ্ঞানের সাথে ভালরূপ পরিচয় ঘটেনি। এডিসন কেবল তাঁর আবিষ্কার দ্বারা ফিলামেন্টের ঐ দোষ দূর করে ভ্যালভ নির্মাণ টেকনিকের উন্নতি করতে সক্ষম হয়েছিলেন এবং পরে এই আবিষ্কার বিদ্যুৎ-জগতে “এডিসন এফেক্ট” নামে পরিচিত হয়।

তাঁর এই আবিষ্কার ইলেক্ট্রনিক্স বিজ্ঞানে কোনরূপ আলোড়নের সৃষ্টি করতে পারবে বলে তিনি মনে করেন নি।

তাই তিনি নিজে টেলিগ্রাফির উন্নতি সাধন ও ফোনোগ্রাফ-আবিষ্কারকে অধিকতর প্রয়োজনীয় বলে মনে করেছিলেন এবং তাঁর প্রতিভাকে এ পথ থেকে সরিয়ে ফোনোগ্রাফ আবিষ্কারেই নিয়োগ করেছিলেন।

তারপর এই এডিসন-এফেক্টের স্বরূপ খুঁজে পেয়েছিলেন স্যার জে. জে. টমসন (Sir Joseph John Thomson)। তিনি চুম্বক ক্ষেত্রে ক্যাথোড-রশ্মির গতিপথ পরিবর্তনের পরীক্ষার সাহায্যে দেখান যে ঐ রশ্মি নেগেটিভ চার্জযুক্ত বিদ্যুৎ-কণার সমষ্টি মাত্র। ঐ বিদ্যুৎ কণাকে বলা হয় ইলেকট্রন। তপ্ত ধাতব পদার্থ থেকেই এইরূপ কণা নির্গত হয়। এই ভাবে এডিসন-এফেক্টের স্বরূপ বুঝতে গিয়ে তিনি বলেছিলেন যে,—

“এডিসন-ভ্যালভের ধাতু-নির্মিত তপ্ত ফিলামেন্ট থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয় এবং ঐ ইলেকট্রন নেগেটিভ চার্জযুক্ত হওয়ায় ঐ কণাগুলি ভ্যালভস্থিত পজিটিভ প্লেটের দিকে ধাবিত হয়; ফলে, প্লেটের বাহিরের সংযোগ পথে কারেন্টের উদ্ভব হয়, তাই গ্যালভানো মিটারের কাঁটাটি নড়ে ওঠে। কিন্তু প্লেটকে নেগেটিভ দিকে যুক্ত করলে ভ্যালভস্থিত ইলেকট্রন নেগেটিভ প্লেট দ্বারা আকৃষ্ট হয় না, ফলে, কোনরূপ কারেন্টেরও উদ্ভব হয় না। তাই গ্যালভানো মিটারের কাঁটাটি স্থির অবস্থায় থাকে।”

টমসনের এই বর্ণনা থেকেই আমরা বুঝতে পারি যে, এডিসন-আবিষ্কৃত ভ্যালভের তপ্ত ফিলামেন্ট থেকে নির্গত ইলেকট্রনগুলি ভ্যালভস্থিত ফিলামেন্টের পজিটিভ প্রান্তে গিয়ে উপস্থিত হওয়ার ফলে ঐ প্রান্ত অতিরিক্ত উত্তপ্ত হয়ে কেটে যায়।

**ইলেকট্রনিক এমিশন (Electronic emission)**—

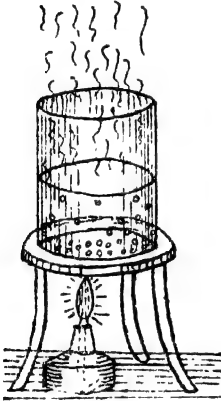
সমস্ত পদার্থের মধ্যেই ইলেকট্রন রয়েছে। পদার্থের পরমাণুর ক্ষুদ্রতম উপাদান হচ্ছে ইলেকট্রন। ইলেকট্রনের ভার এত কম যে, তাদের গণনার মধ্যেই ধরা হয় না, পজিটিভ চার্জযুক্ত

**প্রোটনকেই** কেবল গণনা করা হয়। পূর্বেই বলেছি, নেগেটিভ চার্জযুক্ত কণাকেই **ইলেকট্রন** বলা হয় এবং এই ইলেকট্রন পজিটিভ Nucleus বা কেন্দ্রকের চার পাশে বিভিন্ন কক্ষ পথে আবর্তনশীল অবস্থায় পরমাণুর মধ্যে অবস্থান করে। পদার্থের মাধ্যমে নিচু পোটেনশ্যাল থেকে উঁচু পোটেনশ্যালের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রন-প্রবাহকেই “**বিদ্যুৎ-প্রবাহ**” বা **ইলেকট্রিক কারেন্ট** বলা হয়। প্রকৃত পক্ষে বিদ্যুৎ-শক্তির আনিষ্কারের পর থেকেই আমরা ইলেকট্রনের নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা আয়ত্ত্ব করেছি। তবে, পদার্থের মাধ্যমে যখন ইলেকট্রন চলাফেরা করে, তখন তার নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা করে থাকে বিদ্যুৎ-শাস্ত্র। এইরূপ ইলেকট্রনের গতি-বেগ খুব কম, কিন্তু বিদ্যেহী ইলেকট্রনের ( Limited electrons ) অর্থাৎ পদার্থের দেহ থেকে বিচ্ছিন্ন করে শূণ্য স্থানের মধ্য দিয়ে যে ইলেকট্রন চলাফেরা করে, তার গতি অত্যন্ত বেশী এবং এই ইলেকট্রনের দায়িত্ব গ্রহণ করে “**ইলেকট্রন বিজ্ঞান**”।

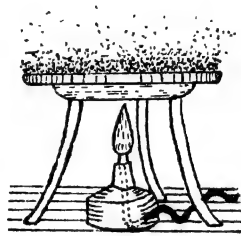
ইলেকট্রন বিজ্ঞানের জন্ম হয় এক শতাব্দী পূর্বে। আলোক-রশ্মির বৈদ্যুতিক ও রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া অধ্যয়ন করতে গিয়ে **বেকরেল** পদার্থ-বিদ্যায় ইলেকট্রন বিজ্ঞানের সূত্রপাত করেন। স্যার জে. জে. টমসনের আবিষ্কারের ফলে ইলেকট্রন-বিজ্ঞান আর এক ধাপ এগিয়ে গিয়েছিল মাত্র।

ইলেকট্রন-বিজ্ঞানের প্রকৃত তথ্য নিহিত রয়েছে বায়ুশূণ্য কাচ নলের ক্রিয়া-রহস্যের মধ্যে। কারণ, ইলেকট্রন বিজ্ঞানের মূল কথাই হচ্ছে বায়ুশূণ্য কাচনলের বা ভ্যাকুয়াম টিউবের মধ্যে আবদ্ধ কোন পদার্থের দেহ থেকে ইলেকট্রন নির্গত করে তাদের গতি-বিধি নিয়ন্ত্রণ করে বিভিন্ন কাজে প্রয়োগ করা। এক কথায় বলতে গেলে, ঐ বিদ্যেহী ইলেকট্রনের

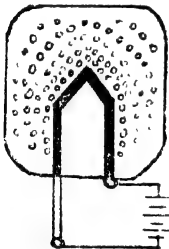
জন্ম হয় বায়ুশূণ্য কাচ-নলের মধ্যে। বিদ্যেহী-করণ অনেক প্রকারেই সাধিত হয়ে থাকে। এমন অনেক ধাতু আছে, যাদের উপর আলোক-রশ্মি নিক্ষেপ করলে তাদের দেহ থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয় এবং আলোক-



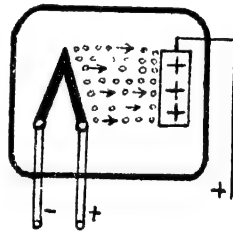
১০০



১০১



১০২



১০৩

১০০—১০৩নং চিত্র—বিভিন্ন প্রকার এমিশন।

রশ্মির তীব্রতা অনুযায়ী ইলেকট্রন প্রবাহের হ্রাস বৃদ্ধি হয়ে থাকে, যে জাতীয় টিউব দ্বারা ইলেকট্রনের এইরূপ নিষ্কাশিত ঘটে থাকে তাকে বলা হয় “জ্যোতি বৈদ্যুতিক কোষ” (Photo Tube)।

উত্তাপ দ্বারাও ইলেক্ট্রন বিদেহী হয়ে থাকে এবং উত্তপ্ত করার পদ্ধতিটিই সব চেয়ে সহজ। এখন কি ভাবে বিদেহী করা হয়, তার সম্বন্ধেই আলোচনা করা হবে।

১০০, ১০১, ও ১০২নং চিত্রে দেখান হয়েছে যে, জলকে উত্তপ্ত করলে জলের উপরি ভাগ থেকে যে ভাবে বাষ্প সৃষ্টি হয়, বায়ুশূণ্য কাচ নলের মধ্যস্থিত কোন পদার্থকে উত্তপ্ত করলে কতকটা অনুরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয়। বায়ুশূণ্য কাচনলের মধ্যে রক্ষিত ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিচালনার ফলে ধাতুটি উত্তপ্ত হয়ে ওঠে। উত্তাপের জন্য ধাতুর পরমাণুগুলির মধ্যে বিরাট আলোড়নের সৃষ্টি হয় এবং পরস্পর পরস্পরের সংঘর্ষে আসায় ইলেক্ট্রনগুলি ধাতুর দেহের উপরি ভাগ ত্যাগ করে দেহচ্যুত হয়ে পড়ে। এখন ১০৩ নং চিত্রের দ্বারা কাচনলের মধ্যে রক্ষিত আর একটি ধাতুর পাতে বা প্লেটে যদি পজিটিভ চার্জ সংযুক্ত করা যায়, তাহলে ঐ দেহচ্যুত ইলেক্ট্রনগুলি প্লেটের দিকে ছুটে যায়; এই ভাবে বায়ুশূণ্য কাচনলের মধ্যে বিদেহী ইলেক্ট্রনের জন্ম হয়।

যদি বেতার ব্যবস্থার সম্পর্কে এসেই ইলেক্ট্রন-বিজ্ঞানের সাথে আমাদের ঘনিষ্ঠ পরিচয় হয়েছে, তাহলেও ইলেক্ট্রন বিজ্ঞানের প্রয়োগ যে কেবল বেতার প্রেরক ও গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যেই সীমাবদ্ধ তা নয়। চিকিৎসা বিদ্যায়, ভূতত্ত্ব অধ্যয়ন, আবহাওয়া তথ্য সংগ্রহ, ফ্লুরোসেন্ট আলোক আবিষ্কার প্রভৃতিতেও ইলেক্ট্রনিক্সের অবদান কম নয়।

বর্তমান যুগে মানুষের জীবন-যাত্রার প্রতিটি পদক্ষেপে ইলেক্ট্রন-বিজ্ঞান যে ভাবে প্রসার লাভ করেছে, অদূর ভবিষ্যতে এষে শিল্প ও জীবন-সংস্কারের যে কোনও দূরহরহস্তের সমাধান করতে পারবে এ বিষয়ে কোন সন্দেহ নেই।

**ফ্লেমিং ভ্যালভ বা ডায়োড ভ্যালভ (diode valve)**—  
ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ইলেক্ট্রনিক্সের যে প্রয়োগ আমরা দেখতে পাই তা কেবল সম্ভব হয়েছিল ফ্লেমিং কর্তৃক ফ্লেমিং ভ্যালভ আবিষ্কারের ফলে। কারণ, টমাস এডিসন ভ্যালভের উন্নতির জন্য কাজ আরম্ভ করেছিলেন ১৮৮৩ সালে এবং ঠিক একুশ বৎসর পরে অর্থাৎ ১৯০৪ সালে লণ্ডনে “প্রফেসর জন এ্যামব্রোস ফ্লেমিং” (John Ambrose Fleming) এডিসন এফেক্টকে কাজে লাগাবার সম্ভাবনা উপলব্ধি করেছিলেন এবং এডিসন ভ্যালভকে সর্বপ্রথম ডায়োড ভ্যালভে পরিণতি দান করে ফ্লেমিং ভ্যালভের আবিষ্কার করেছিলেন।

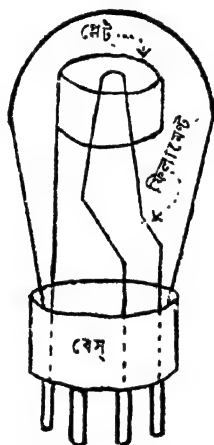
এই ফ্লেমিং ভ্যালভের আকৃতি অনেকটা এডিসন ভ্যালভের অনুরূপ। ফ্লেমিং ভ্যালভের মধ্যে ছিল একটি সরু তারের আকারের কার্বন ফিলামেন্ট, আর তার চার পাশে ছিল এলুমিনিয়াম পাতের সিলিণ্ডার। ফ্লেমিং এই নতুন ফিলামেন্টের নাম ক্যাথোড্ (cathode) আর এলুমিনিয়াম সিলিণ্ডারের নাম এনোড্ বা প্লেট (anode or plate) দিয়েছিলেন। তিনি লক্ষ্য করেছিলেন যে, তাঁর ঐ ভ্যালভকে রেডিও সার্কিটে সংযুক্ত করার ফলে যখন প্লেটে পজিটিভ সংযোগ করা হয়, তখনই কেবল সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ প্লেটের দিকে নেগেটিভ ও ক্যাথোডের দিকে পজিটিভ যোগ করলে (এ বিষয়ে পূর্বের বর্ণনা করা

---

\* শিক্ষার্থীদের সুবিধার জন্য এখানে বলে রাখা ভাল যে—এই ভ্যাকুয়াম টিউব সম্বন্ধে বিভিন্ন দেশে ভিন্ন ভিন্ন নাম করণ আছে যেমন ব্রিটেন (British countries) একে বলা হয় ভ্যালভ (Valve)। কিন্তু যুক্তরাষ্ট্রে (United States) বলা হয় টিউব (Tube)। আবার স্পেন দেশীয় ভাষায় একে বলা হয় ব্যালব্ (Bulb)।



হয়েছে) বিদ্যেহী ইলেকট্রনগুলি প্লেটে আকৃষ্ট হয় না। তাঁর আবিষ্কৃত ডায়োড ভ্যালভের এইরূপ ক্রিয়াকলাপ লক্ষ্য করেই **রেক্টিফিকেশন (Rectification)** অর্থাৎ দিক পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহকে একাভিমুখী বিদ্যুৎ-প্রবাহে (অল্টারনেটিং কারেন্ট থেকে ডিরেক্ট কারেন্টে) পরিণত করতে ও উচ্চ স্পন্দনজাত রেডিও ওয়েভসকে ডিটেকসন (Detection) করিয়ে ভ্যালভকে সিগ্‌ন্যাল নির্দেশক (Signal Indicator) হিসাবে

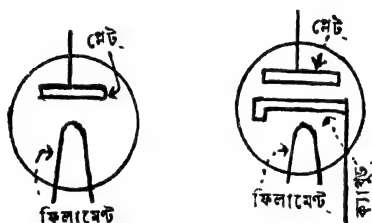


১০৪নং চিত্র—ডায়োড ভ্যালভের সংক্ষিপ্ত চিত্র।

কাজ করতে সক্ষম হয়েছিলেন। তাই ফ্লেমিং‌এর ঐ ডায়োড ভ্যালভকে সর্বপ্রথম রেডিও ভ্যালভ বলা হয়।

১০৪ নং চিত্রে একটি মডার্ন ডায়োড (Modern Diode) অর্থাৎ দুইটি ইলেকট্রোড যুক্ত (প্লেট ও ক্যাথোড) ডায়োডের আভ্যন্তরীণ চিত্র দেখান হয়েছে। আর ১০৪ (ক) ও ১০৫নং চিত্রে রেডিও সার্কিটের ডায়োড ভ্যালভ অঙ্কনের রূপ চিত্র

(Symbol) ব্যবহার করা হয়, তারই অনুরূপ চিহ্ন অঙ্কন করা হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, ১০৪ (ক) নং এবং ১০৫নং চিত্রের মধ্যে পার্থক্য আছে। ১০৪(ক)নং চিত্রে ভ্যাকুয়ামের ফিলামেন্টকেই ক্যাথোড হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে কিন্তু ১০৫নং চিত্রে ক্যাথোডকে ফিলামেন্ট থেকে পৃথক রাখা হয়েছে। কারণ, আমরা জানি সর্বপ্রথম যখন ইলেকট্রন ভ্যাকুয়াম নির্মিত হয়, তখন তার ফিলামেন্টে টাংষ্টেন ধাতু ব্যবহৃত হতো। এই ধাতু গলিব্যাপ্ত তাপমাত্রা ৩৪০০° সেন্টিগ্রেড (3400°c)। প্রায় ২১০০° সেন্টিগ্রেড (2200°c) তাপ মাত্রায় এর থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়। সেই জন্য



১০৪(ক) ১০৫নং চিত্র—সার্কিটে ব্যবহৃত ডায়োডের সাঙ্কেতিক চিহ্ন যথাক্রমে ডাইরেক্টলি হিটেড-টাইপ ও ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ।

প্রথম যুগে ভ্যাকুয়াম নির্মাণের সময় দীপ্ত টাংষ্টেন ফিলামেন্ট ক্যাথোড হিসাবে ব্যবহার করা হতো। ঐ ফিলামেন্টের উপরিভাগেই ইলেকট্রন নিঃসরণকারী পদার্থকে একটা প্রলেপের মত করে জমিয়ে দেওয়া হয়, তাই ফিলামেন্টটি একই সময়ে উত্তাপ সঞ্চার ও ইলেকট্রন নিষ্কাশনের কাজ করে। সেইজন্য এইরূপ ভ্যাকুয়ামকে বলা হয়, ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ভ্যাকুয়াম। কিন্তু ১০৫নং চিত্রে অঙ্কিত ডায়োড ভ্যাকুয়ামের ক্যাথোডকে ফিলামেন্ট থেকে একটু দূরে স্বতন্ত্র ভাবে রাখা হয়েছে। এইরূপ ভ্যাকুয়ামের ফিলামেন্ট উত্তাপ

সঞ্চার করে ও ক্যাথোড্‌ নিজে ইলেকট্রন্‌ নিষ্কাশনের কাজ করে। তাই এই ভ্যালভকে ইনডাইরেক্টলি হিটেড্‌ টাইপ বলা হয়।

ডাইরেক্টলি হিটেড্‌ ভ্যালভের বাহিরের সংযোগগুলির মধ্যে ক্যাথোডের জন্য কোন আলাদা পিন সংযোগের ব্যবস্থা থাকে না। কিন্তু ইনডাইরেক্টলি হিটেড্‌ টাইপের বেলায় ক্যাথোড্‌ সংযোগের জন্য স্বতন্ত্র ব্যবস্থা থাকে।

ভ্যাকুয়াম সৃজন সংক্রান্ত ব্যাপারে ডায়োডকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে। প্রথম হচ্ছে, হাই ভ্যাকুয়াম্‌ ডায়োড্‌ অর্থাৎ কাচনল মধ্যস্থিত বায়ু প্রায় নিঃশেষিত করা (বায়ু শূন্য) ভ্যালভ। দ্বিতীয়টি হচ্ছে, গ্যাসপূর্ণ ভ্যালভ অর্থাৎ বায়ুর পরিবর্তে “আর্গন” বা পারদ গ্যাস পূর্ণ টিউব। ভ্যাকুয়াম টিউবগুলিকে রেডিও ও এক্সরের কাজে ব্যবহার করা হয় ও গ্যাস পূর্ণ ভ্যালভকে শিল্পের কাজে ব্যবহার করা হয়। তবে রেকটিফিকেশনের কাজে (এ-সিকে ডি-সি করার কাজে) গ্যাসপূর্ণ ভ্যালভও ব্যবহৃত হয়।

পূর্বেই বলেছি, ডায়োড্‌ দুইটি ইলেকট্রোড্‌ যুক্ত ভ্যালভ। যদিও ইনডাইরেক্টলি হিটেড্‌ টাইপ ভ্যালভে তিনটি এলিমেন্ট (প্লেট, ক্যাথোড্‌, ফিলামেন্ট) থাকে, সে ক্ষেত্রে ফিলামেন্টকে কোন ইলেকট্রোড্‌ হিসাবে ধরা হয় না, কারণ, সেক্ষেত্রে ফিলামেন্ট কেবল ক্যাথোডকে উত্তপ্ত করার কাজেই ব্যবহৃত হয়।

এডিসন এক্কেট্টের বর্ণনা করতে গিয়েই দেখান হয়েছে যে, যখনই ডায়োডের প্লেটে ডি-সি সরবরাহের (ব্যাটারীর) পজিটিভ প্রান্ত যুক্ত করা হয়, তখনই কেবল প্লেট-ক্যাথোড-সার্কিটে কারেন্ট-প্রবাহ সঞ্চারিত হয়। আর যদি নেগেটিভ প্রান্ত যুক্ত করা হয়, তাহলে ঐ সার্কিটে কোনরূপ কারেন্ট

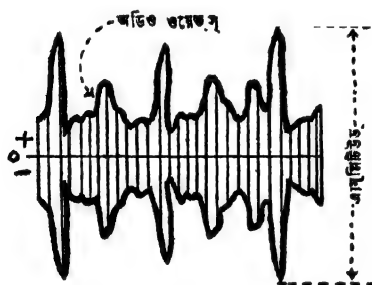
প্রবাহিত হয় না। কারণ, নেগেটিভ-প্লেট ক্যাথোড থেকে নির্গত বিদ্যেহী নেগেটিভ ইলেকট্রনগুলিকে আকর্ষণের পরিবর্তে বিকর্ষণ করে। ফলে, মুক্ত ইলেকট্রনগুলি প্লেটে আসতে পারে না। তাই প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কোনরূপ কারেন্ট প্রবাহ ঘটে না। ভ্যালভের মধ্য দিয়ে সব সময়ই একই দিকে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয় বলেই এর নাম দেওয়া হয়েছে ভ্যালভ।

তাহলে দেখা যাচ্ছে, প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে যদি অন্টারনেটিং কারেন্ট ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয়, তা হলে ঐ একই অবস্থার সৃষ্টি হবে। কারণ, আমরা জানি যে—দিক-পরিবর্তী বিদ্যুৎ-প্রবাহ বা অন্টারনেটিং কারেন্ট নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট মাত্রায় দিক পরিবর্তন করে। এক্ষেত্রে ডায়োড সার্কিটে ঐ দিক পরিবর্তী অন্টারনেটিং কারেন্টের কেবল মাত্র পজিটিভ অন্টারনেশনই কার্যকরী হবে। তাই মাত্র একই দিকে কারেন্টকে পরিচালনা করার ধর্ম থাকায় ডায়োড ভ্যালভকে রেকটিফিকেশন-এর কাজে ব্যবহার করা হয় (সপ্তম অধ্যায় দেখুন)।

ডায়োড ভ্যালভ সম্বন্ধে আলোচনা এইখানেই শেষ হত, কিন্তু ডিটেকশনের কাজে ডায়োডের ব্যবহার সম্বন্ধে কিছু না বললে বিষয়টি অসম্পূর্ণ থেকে যায়। ডায়োডের ডিটেকশন প্রধানতঃ সুপারহেট সেটের মধ্যেই প্রচলিত। সুপারহেট সম্বন্ধে জ্ঞান দিতে গেলে আরও অনেক কিছু আলোচনার প্রয়োজন; তবে যতটুকু সম্ভব ডায়োড ডিটেকশন সম্বন্ধে একটা ধারণা গড়ে তোলবার চেষ্টা করা যাক।

ডিটেকশনের কাজে ডায়োডের ব্যবহার—শত সহস্র মাইল দূরে গান, বাজনা প্রভৃতি (অডিও ওয়েভস্) পাঠাবার জন্যে ট্রান্সমিটার যন্ত্রের মধ্যে একপ্রকার বাহক অর্থাৎ ক্যারিয়ার

মীডিয়াম (Carrier Medium) ব্যবহার করা হয়, যাকে বলা হয় রেডিও ওয়েভস্‌। আধুনিক যুগে ও আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায়, ট্রান্সমিটারের মধ্যে ঐ রেডিও ওয়েভস্‌কে (সাউণ্ড ওয়েভস্‌কে) অডিও ওয়েভস্‌সের সাথে মিশ্রিত করে মডিউলেটেড রেডিও ওয়েভস্‌সের সৃষ্টি করা হয়। এইরূপ মিশ্রণ প্রণালীকে বলা হয়, \* মডিউলেশন (Modulation)। গ্র্যামপিচচার্ড মডিউলেশনে, রেডিও ওয়েভস্‌কে বলা হয় ক্যারিয়ার ওয়েভস্‌।



১০৬নং চিত্র—চিত্রে মোটালাইন দ্বারা অডিও ওয়েভস্‌কে ও স্ক্রল লাইন দ্বারা রেডিও ওয়েভস্‌কে অঙ্কন করা হয়েছে।

এই ক্যারিয়ার ওয়েভস্‌ বা রেডিও ওয়েভস্‌সের ফ্রিকোয়েন্সি অসিলেশন, এক কথায় যাকে বলা হয় রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি অসিলেশন (Radio Frequency Oscillation) ১০৬নং চিত্রে অঙ্কিত অডিও ওয়েভস্‌সের ফ্রিকোয়েন্সির গ্র্যামপিচচার্ড অনুযায়ী ওঠা নামা করে। এই ফ্রিকোয়েন্সি এত উচ্চ স্পন্দনজাত (High Frequency) যে মনুষ্য কর্ণে তা শ্রুত হয় না, এমন কি, তাদের ঐ ইলেকট্রিক্যাল অসিলেশন (Electrical

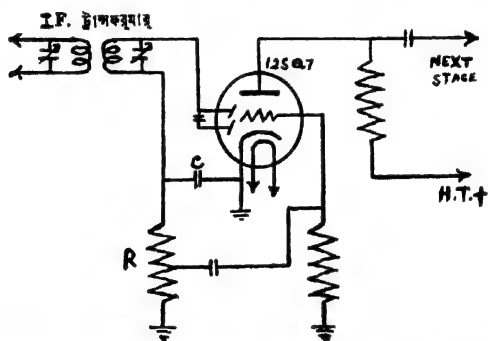
\* মডিউলেশনকে এই ভাবে ব্যাখ্যা করা হয়—Modulation is the process in which the amplitude of radio waves are varied in accordance with the signal waves or audio waves.

Oscillation) থেকে মেকানিক্যাল ভাইব্রেশনে (Mechanical Vibration) রূপান্তরিত করলেও নয়।

তাই আমাদের গ্রাহকযন্ত্রে বা রিসিভারে ঐ উচ্চ স্পন্দন-জাত মডিউলেটেড ক্যারিয়ার ওয়েভ্‌স্‌ থেকে পুনরায় অডিও ফ্রিকোয়েন্সিকে পৃথক বা ডি-মডিউলেট করার প্রয়োজন হয়—যাতে শ্রোতার ট্রান্সমিটারের মধ্যে রেডিও ওয়েভ্‌সের সাথে মিশ্রিত সাউণ্ড-ওয়েভ্‌স ( অডিও ওয়েভ্‌সকে ) পুনরায় শুনতে পায়। এইরূপ ডি-মডিউলেশন প্রণালীকে ( De-modulation Process) বলা হয় ডিটেকশন ( Detection )। এক কথায় ডিটেকশন বলতে বুঝায় উচ্চ-স্পন্দনজাত ক্যারিয়ার ওয়েভ্‌সের উভয় দিকের এক দিক ( Half cycle ) আলাদা করে দেওয়া ও সেই সাথে অডিও ওয়েভ্‌সকে রেডিও ওয়েভ্‌স থেকে আলাদা করে ফেলা, আর সার্কিটের যে অংশ ঐ রেডিও ওয়েভ্‌স থেকে অডিও ওয়েভ্‌সকে পৃথক করে এবং কেবল মাত্র ঐ অডিও বা সিগন্যাল ওয়েভ্‌স অনুযায়ী কাজ করে তাকে বলা হয় ডিটেকটর। ( অষ্টম অধ্যায় দেখুন )

এই ডিটেকশনের কাজে যে সমস্ত ডায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়, সেগুলি হাই-ভ্যাকুয়াম ডায়োড। ১০৭নং চিত্রে সুপারহেট সেটে কি ভাবে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ডিটেকশন করা হয় তা দেখান হয়েছে। পূর্বেই বলেছি, ডায়োড ডিটেকশন সাধারণতঃ সুপারহেট সেটে প্রচলিত। কারণ, এরিয়াল থেকে যে সিগন্যাল পাওয়া যায়, তার ভোল্টেজ্‌ এত কম যে, তাকে ডিটেকশন করে পরবর্তী স্টেজের উপযোগী করা যায় না। সুপারহেট সেটে ডায়োডের আগে অনেকগুলি স্টেজ থাকায় ডায়োডের প্লেটে প্রচুর ভোল্টেজ্‌ পাওয়া যায়, তাই ডিটেকশনের কাজও ভাল হয়। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, একটি 12SQ7 টিউবকে

ডিটেকশনের কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। এই টিউবকে বলা হয়, টুইন ডায়োড হাই মিউ ট্রায়োড (Twin Diode-High MU. Triode)। তাই এ একাধারে ডিটেকশন ও এ্যাম্পলিফিকেশনের কাজ করে। চিত্রে অঙ্কিত ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি (I F.) ট্রান্সফরমারের, সেকেন্ডারীর এক প্রান্ত ডায়োডের প্লেটে ও অপর প্রান্ত একটি রেজিষ্ট্যান্সের R' (এ ক্ষেত্রে Volume Control) মারফৎ নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত করা হয়েছে। চিত্রে Cকে রিজার্ভার (Reservoir) ও Rকে লোড হিসাবে কাজ করান হচ্ছে।



১০৭নং চিত্র—ডায়োড ডিটেকশন। এখানে সুপারহেট সেটে ব্যবহৃত টুইন ডায়োড হাই মিউ ট্রায়োড যুক্ত ডিটেকটর ও এ্যাম্পলিফায়ার স্টেজের অংশ বিশেষ অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এখানে Cএর পরিমাণ এমন ভাবে রাখা হয়ে থাকে যে, তা রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ভোল্টেজের পিক পয়েন্টে চার্জ গ্রহণ করতে পারে।

টিউনিং সার্কিটের পর যখন ডায়োডে সিগন্যাল ভোল্টেজ এসে পড়ে তখন ডায়োড তার ধর্ম অনুযায়ী কাজ করে অর্থাৎ কেবল পজিটিভ হাফ-সাইক্লের বেলায়ই Rএর উপর

ভোল্টেজ দেখা যায় আর নেগেটিভ হাফ-সাইকেলের বেলায় কোনরূপ ভোল্টেজ পরিবর্তন দেখা যায় না। ফলে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি অসিলেশনের নেগেটিভ অন্টারনেশন নষ্ট হয়ে গিয়ে কেবল পজিটিভ অন্টারনেশন কাজ করে। এখন বাকী থাকে হাই-ফ্রিকোয়েন্সি ক্যারিয়ারকে অডিও থেকে আলাদা করে ফেলা। C এর পরিমাণ এমন ভাবে নির্দিষ্ট করে রাখা হয়েছে যে, হাই-ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী তা চার্জ হয়, ফলে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি (r-f) ফিল্টার হয়ে যায় এবং অডিও ভোল্টেজের তারতম্য অনুযায়ী প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে প্লেট-কারেন্টের প্রবাহ ঘটে ও R এর (লোডের) অ্যাক্রসে পরিবর্তনশীল কারেন্ট (এসি) অনুযায়ী ভোল্টেজের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে ও পরে ঐ ভোল্টেজকে এ্যাম্প্লিফিকেশনের সাহায্যে পরবর্তী টিউবের গ্রিডে উপস্থিত করা হয়।

C ও R এর পরিমাণ ঠিক মত হওয়া চাই কারণ, C এর পরিমাণ বেশী হয়ে গেলে বা সেই অনুপাতে R বেশী হয়ে গেলে হাই-ফ্রিকোয়েন্সির সঙ্গে অডিও ভোল্টেজের কিছুটা অংশ ফিল্টার হয়ে যেতে পারে। সাধারণতঃ ৬০০ kc থেকে ১০০০ kc. পর্যন্ত ডিটেকশনের জন্য C এর পরিমাণ .০০০১ থেকে .০০০৩  $\mu$ fd হয়ে থাকে ও R এর পরিমাণ ২৫ থেকে ৫ মেগ-ওম্‌স্ হয়ে থাকে।

**ট্রায়োড টিউব**—ভায়োড আবিষ্কারের মূলেই যে কেবল রেডিও জগতের উন্নতি সাধিত হয়েছিল তা নয়, রেডিও অসিলেশনের সাহায্যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভস সৃষ্টির মূলে ডাঃ লি, ডি, ফরেস্ট (Dr. Lee De Forest) এর অবদানও কম নয়।

১৯০৫ সালে আমেরিকান বৈজ্ঞানিক ডাঃ লি, ডি, ফরেস্ট তিনটি এলিমেন্ট-যুক্ত অডিয়ন টিউব (Audion Tube)।



আবিষ্কার করে শব্দ-তরঙ্গ (গান, বাজনা প্রভৃতি) প্রেরণে সমর্থ হয়েছিলেন। তাঁর ঐ টিউব মধ্যস্থিত এলিমেন্টগুলি যথাক্রমে ফিলামেন্ট, প্লেটে ও—১০৯নং চিত্রের স্থায়ী সর্ব তারের জালের আকৃতি এক প্রকার এলিমেন্ট, যার নাম দিয়েছিলেন গ্রিড।



ডাঃ লিঃ ডিঃ ফরেস্ট

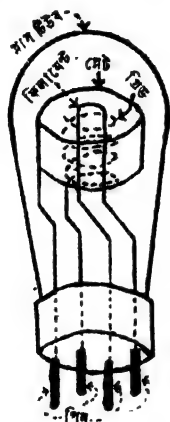
জন্ম ১৮৭৩সাল।

১৯০৬ সালে সর্ব প্রথম ডাঃ ফরেস্ট তাঁর নূতন আবিষ্কারের দ্বারা নিজস্ব কর্তৃত্ব প্রেরণ করে জগতের মধ্যে এক আলোড়নের সৃষ্টিকরেছিলেন। তাঁর এই অদ্ভুত আবিষ্কারের জন্মই তাঁকে বলা হয়, আধুনিক রেডিওর জনক (Father of Modern Radio)

১৯১৩ সালে তিনি, ডি ফরেস্ট রেডিও টেলিফোন এণ্ড টেলিগ্রাফ কোম্পানীকে রেডিও টিউবের উন্নতি সাধক ও প্রস্তুত কারক বলে প্রচার

করেছিলেন এবং পরে আটলান্টিক এবং প্যাসিফিক তটের মধ্যে রেডিও টেলিগ্রাফিক্স ব্যবস্থা করেছিলেন।

যদিও ডি ফরেস্টাই প্রথম রেডিওর সাহায্যে কথাবার্তার ব্যবস্থা করেছিলেন, কিন্তু জগতের মধ্যে সর্বপ্রথম ব্রডকাস্ট স্টেশন স্থাপন করেছিল ১৯২০ সালে আমেরিকার ওয়েস্টিং হাউস ইলেকট্রিক এণ্ড ম্যানুফ্যাকচারিং কোম্পানী— যা এখনও পিটসবার্গে অবস্থিত “KDKA” নামে পরিচিত।



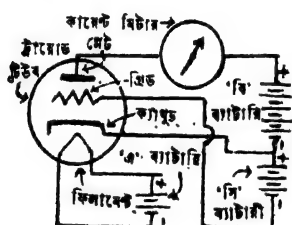
১০২নং চিত্র — একটি ট্রায়োড টিউবের সংক্ষিপ্ত চিত্র।

**ট্রায়োড টিউব (Triode Tube)**—ট্রায়োড টিউবে গ্রিডের জন্য আলাদা ব্যবস্থা থাকে এবং গ্রিডকে প্লেট ও ফিলামেন্টের মধ্যস্থলে এমন অবস্থায় রাখা হয় যেন উভয়ের মধ্যে বেশ কিছুটা ব্যবধান থাকে। ১১০নং চিত্রে ট্রায়োড টিউব দ্বারা একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, প্লেট, গ্রিড ও হিটরকে (ফিলামেন্টকে) ভোল্টেজ সরবরাহের জন্য যথাক্রমে তিনটি ব্যাটারী পৃথক পৃথক ভাবে ব্যবহার করা হয়েছে। ফিলামেন্ট সার্কিটে ব্যবহৃত ব্যাটারীকে সাধারণতঃ বলা হয় “এ” ব্যাটারী; কারণ,

ফিলামেন্ট সার্কিটকে বলা হয় “এ” সার্কিট আর ফিলামেন্ট সার্কিটের ভোল্টেজকে বলা হয় “এ” ভোল্টেজ।

“বি” ব্যাটারীকে প্লেট-সার্কিটে ব্যবহার করা হয়েছে। সাধারণতঃ প্লেট সার্কিটকে “বি” সার্কিট বলা হয় বলেই প্লেট সার্কিটে ব্যবহৃত ভোল্টেজকে বলা হয় “বি” ভোল্টেজ।

তৃতীয় ব্যাটারীকে গ্রিড সার্কিটে ব্যবহার করার জন্যই “সি” ব্যাটারী বলা হয়। কারণ গ্রিড ভোল্টেজকে বলা হয় “সি” ভোল্টেজ। তবে অনেক টেকনিসিয়ান নিজেদের কাজের সুবিধার জন্য “এ” ভোল্টেজ, “বি” ভোল্টেজ ও “সি” ভোল্টেজের পরিবর্তে যথাক্রমে হিটার-ভোল্টেজ, প্লেট ভোল্টেজ ও গ্রিড-ভোল্টেজ বলে থাকেন।



১১০নং চিত্র—ট্রায়োড টিউব যুক্ত সার্কিট।

এখানেও ডায়োডের স্থায় প্লেট ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের জন্য প্লেটকে ব্যাটারীর পজিটিভ ও ক্যাথোডকে ব্যাটারীর নেগেটিভে যুক্ত করা হয়। হিটারের দুই প্রান্তে ব্যাটারী সংযোগ থাকায় হিটার উত্তপ্ত হয়ে উঠে, ফলে ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন নির্গত হতে থাকে। আর প্লেট, ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ ভোল্টেজে থাকায় বিদ্যেহী ইলেকট্রনগুলিকে আকর্ষণ করে। কিন্তু প্লেটের আকর্ষণে ক্যাথোড থেকে প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনের প্রবাহ

পথে গ্রিড থাকায় গ্রিড কিছু না কিছু কাজ করবে। চিত্র (১১০নং) লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, গ্রিড-ভোল্টেজ ব্যাটারীর পজ্জিটিভ প্রান্ত ক্যাথোডের সাথে ও নেগেটিভ প্রান্ত গ্রিডের সাথে সংযুক্ত আছে। এর কারণ হচ্ছে, গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ করে রাখার ফলে ক্যাথোড থেকে নির্গত ও প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনগুলিকে বিকর্ষণ করবে বা বাধা দিবে।

পূর্বেই বলেছি গ্রিড কোন নিরেট বস্তু (Solid element) নয়, এক প্রকার সরু তারের জাল বিশেষ। গ্রিড সার্কিটে ব্যবহৃত ব্যাটারীর চেয়ে প্লেট সার্কিটের ব্যাটারীর ভোল্টেজ বেশী হয়ে থাকে (সাধারণতঃ ৪৫ থেকে ২৫০ ভোল্ট)।

প্লেট ক্যাথোডের তুলনায় হাই-পজ্জিটিভ পোটেন্শিয়ালে (High Positive Potential) থাকায় ও গ্রিড নিরেট বস্তু না হওয়ায়, সরু তারের কুণ্ডলী করা গ্রিডের মধ্য দিয়ে কিছু পরিমাণ ইলেকট্রন প্লেটে এসে উপস্থিত হয় ও প্লেট ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্টের সৃষ্টি করে; ফলে, মিটারটি প্লেট-সার্কিটের ইলেকট্রন-প্রবাহের নির্দেশ দেয়। একটি নির্দিষ্ট প্লেট ভোল্টেজে ডায়োড টিউবের প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহ পাওয়া যায়, তার তুলনায় ট্রায়োড টিউবের প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটের কারেন্ট খুব কম হয়। কারণ, গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ চার্জযুক্ত থাকায় বিদ্যেহী ইলেকট্রনগুলিকে বিকর্ষণ করে, ফলে খুব কম পরিমাণ ইলেকট্রন প্লেটে এসে উপস্থিত হয়। তাই খুব বেশী কারেন্ট পাবার জন্মে প্লেটে খুব উচ্চ ভোল্টেজের (Very high Voltage) ব্যবস্থা করা হয়।

আর যদি গ্রিডের ভোল্টেজকে বৃদ্ধি করা হয় অর্থাৎ যদি “সি” ব্যাটারীকে পরিবর্তন করে আরও উচ্চ ভোল্টেজ বিশিষ্ট

ব্যাটারী গ্রিড সার্কিটে যুক্ত করা হয়, তাহলে ক্যাথোডের তুলনায় গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ আগের চেয়ে আরও বেড়ে গিয়ে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়, ফলে, পূর্বের তুলনায় আরও কম পরিমাণ ইলেকট্রন প্লেটে এসে উপস্থিত হয় ও প্লেট-কারেন্টের পতন ঘটে।

আবার যদি গ্রিড-ভোল্টেজ বৃদ্ধি না করে কম ভোল্টেজ যুক্ত ব্যাটারীকে সংযুক্ত করে গ্রিডের ভোল্টেজকে আরও কমিয়ে দেওয়া যায়, তাহলে ক্যাথোডের তুলনায় গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ পূর্বের চেয়ে কম হওয়ায় বিকর্ষণ শক্তি কমে যায়। ফলে, প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনের পরিমাণ বেড়ে গিয়ে প্লেট-কারেন্ট বৃদ্ধি পায়।

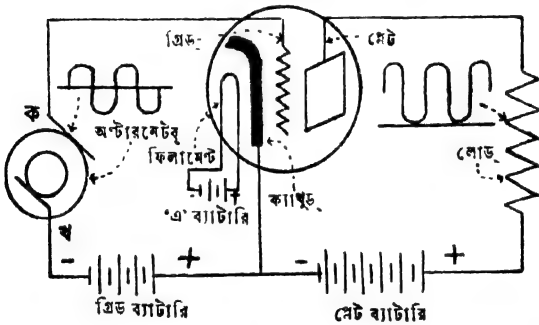
এই ভাবে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টকে কন্ট্রোল গ্রিডের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। আর কন্ট্রোল গ্রিডের ভোল্টেজ পরিবর্তন করে তার অনুরূপ পরিবর্তনশীল কারেন্ট প্লেট সার্কিটে পাওয়া যায়।

মনে রাখতে হবে যে, গ্রিড যখন ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ তখন ক্যাথোড থেকে নির্গত কোন ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে না। ফলে গ্রিড সার্কিটে কোনরূপ কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। তাই কারেন্ট যখন প্রবাহিত হয় না, গ্রিড ভোল্টেজ থেকে কোনরূপ শক্তিও (Power) পাওয়া যায় না, কেবল কিছুটা ভোল্টেজের প্রয়োজন হয়।

কিন্তু “বি” ব্যাটারী থেকে প্লেট-সার্কিটে প্রয়োজনীয় পাওয়ার সরবরাহ করা যায় : কারণ, প্লেট-সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার জন্যই ‘পাওয়ার’ এসে উপস্থিত হয়। অতএব এক কথায় ট্রায়োডকে ভালভাবে বলা যেতে পারে, যা পাওয়ারকে নিয়ন্ত্রণ (কন্ট্রোল) করার কাজে সাহায্য করে। কিন্তু পাওয়ার কন্ট্রোল হিসাবে কাজ করার জন্য তার নিজের

কন্ট্রোল সার্কিটে কোনরূপ পাওয়ারের দরকার হয় না। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে এটা একটা খুব সূক্ষ্ম কার্যক্রম (Sensitive) সার্কিট—কারণ অতি দুর্বল রেডিও সিগন্যালকে নিজে গ্রহণ করে ও তার স্পন্দন বা ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী হাই-ভোল্টেজ ব্যাটারী (বি-ব্যাটারী) থেকে প্রবাহিত প্লেট কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করে।

এ পর্য্যন্ত আমরা পেলাম যে কিভাবে ট্রায়োডকে হাই-ভোল্টেজ থেকে প্রবাহিত কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণের কাজে ব্যবহার করা হয়। এখন দেখা যাক, কেমন করে ট্রায়োডকে বিভিন্ন কাজে লাগাতে পারি ও তার ফলাফল কি হয়।



১১১নং চিত্র—এ্যামপ্লিফিকেশন সার্কিটে ব্যবহৃত ট্রায়োড টিউব।

### এ্যামপ্লিফিকেশনের কাজে ট্রায়োডের ব্যবহার—

১১১নং চিত্রে একটি ট্রায়োড টিউবের গ্রিড-সার্কিটে একটি অন্টারনেটরকে গ্রিড-ব্যাটারীর সাথে সিরিজে যুক্ত করা হয়েছে। প্লেট সার্কিটে একটি রেজিস্ট্যান্সকে মিটারের বদলে ব্যবহার করা হয়েছে। একে বলা হয় প্লেট-লোড-রেজিস্ট্যান্স। অন্টারনেটরকে গ্রিড-সার্কিটে অন্টারনেটিং কারেন্ট সরবরাহের জন্য ব্যবস্থা করা হয়েছে। তবে অন্টারনেটরের বদলে

এরিয়াল থেকে পাওয়া রেডিও সিগন্যালের অন্টারনেটিং কারেন্টকেও ব্যবহার করা যায় আবার মাইক্রোফোন থেকে পাওয়া অন্টারনেটিং কারেন্টকেও ব্যবহার করা যেতে পারে।

অন্টারনেটরের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে চিত্রের “ক” বিন্দু হয় পজিটিভ ও “খ” বিন্দু হয় নেগেটিভ। এক্ষেত্রে অন্টারনেটরকে যখন ব্যাটারীর সাথে সিরিজ ভাবে রাখা হয়েছে, তখন গ্রিডের ভোল্টেজ, অন্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজ ও ব্যাটারী-ভোল্টেজের যোগফলের সমান অথবা বিয়োগ ফলের সমান হবে। যেমন, প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে অন্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজ ব্যাটারী-ভোল্টেজকে কমিয়ে দিয়ে (দুইটি ভোল্টেজের বিয়োগফলের সমান) প্লেট কারেন্টকে বাড়িয়ে দেয়। আবার প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে “ক” বিন্দু হবে নেগেটিভ ও “খ” বিন্দু হবে পজিটিভ। এক্ষেত্রে দুইটি ভোল্টেজ এক-ধর্মী হওয়ায় গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায় (দুইটি ভোল্টেজের যোগফলের সমান) ; ফলে পূর্বের তুলনায় প্লেট কারেন্ট কমে যায়।

উদাহরণ স্বরূপ—যদি অন্টারনেটর থেকে ১ ভোল্ট পাওয়া যায় এবং ব্যাটারীর ভোল্টেজ হয় ৩ ভোল্ট, তাহলে অন্টারনেটরের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিডের ভোল্টেজ হবে (৩—১) ১ ভোল্ট নেগেটিভ আবার প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড ভোল্টেজ হবে (৩+১) ৪ ভোল্ট নেগেটিভ।

তাহলে দেখা যাচ্ছে অন্টারনেটরকে গ্রিড ব্যাটারীর সাথে সিরিজ ভাবে রাখায়, অন্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজ ক্রমাগত পজিটিভ ও নেগেটিভ হওয়া সত্ত্বেও গ্রিড সব সময়ই

ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ ভোল্টেজে থাকে, তবে পর্যায়ক্রমে একবার কম নেগেটিভ আবার বেশী নেগেটিভ চার্জ যুক্ত হয়। গ্রিড যখন বেশী নেগেটিভ হয় তখন প্লেট কারেন্ট কমে যায় : কারণ নেগেটিভ গ্রিডের বিকর্ষণ শক্তি বেড়ে গিয়ে কম পরিমাণ ইলেকট্রনকে প্লেটের দিকে প্রবাহের জন্য পথ দেয়। আবার গ্রিড যখন কম নেগেটিভ হয় তখন প্লেট কারেন্ট বেড়ে যায়, কারণ গ্রিড পূর্বের তুলনায় কম নেগেটিভ হওয়ায়, বেশী সংখ্যক ইলেকট্রনকে প্লেটের দিকে প্রবাহিত হতে দেয়।

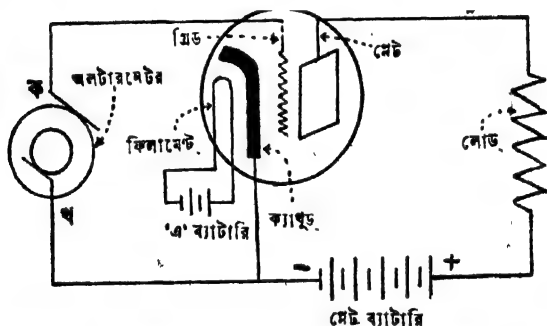
প্লেট কারেন্টকে প্রবাহের সময় “প্লেট-লোডের” মধ্য দিয়ে যেতে হয়, ফলে প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পাবার সঙ্গে সঙ্গেই লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজও বৃদ্ধি পায়। আবার যখন প্লেট কারেন্ট কম হয়, তখন লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজও কমে যায়। এক্ষেত্রে প্লেটে হাই-টেন্সান-ভোল্টেজ ( H. T. Voltage ) থাকার জন্য প্লেট কারেন্টও খুব বেশী হয়ে থাকে ( প্রায় কয়েক মিলি অ্যাম্পিয়ারের সমান ) : ফলে, লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজও বেশী হয়।

এখানে বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে যে, গ্রিড-সার্কিটের অরিজিন্যাল সিগন্যাল ভোল্টেজ ( এ ক্ষেত্রে অস্কারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজ ) কখনও টিউবের প্লেট সার্কিটে এসে পৌঁছায় না। প্রকৃত পক্ষে, অন্য একটি পাওয়ার সাপ্লাইকে (প্লেট ভোল্টেজকে) নিয়ন্ত্রণের কাজ করে। ফলে, প্লেট লোডের অ্যাক্রসে যে সিগন্যাল পাওয়া যায় তা অরিজিন্যাল সিগন্যাল ভোল্টেজের ( Original Signal Voltage ) অনুরূপ এবং অধিক শক্তি সম্পন্ন অর্থাৎ লোডের অ্যাক্রসের অরিজিন্যাল সিগন্যাল ভোল্টেজের অ্যামপ্লিচুড গ্রিডের অরিজিন্যাল সিগন্যালের চেয়ে বেশী। এক কথায় একে বলে অ্যামপ্লিফায়ার



সিগন্যাল ; কারণ প্লেট সাপ্লাই থেকে এমন এক নূতন সিগন্যাল পাওয়া যায়, যা গ্রিড সিগন্যালের চেয়ে অধিক শক্তি সম্পন্ন।

ট্রায়োড টিউবের গ্রিড পোটেনশিয়াল—যতক্ষণ পর্যন্ত গ্রিড, ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ ভোল্টেজ বা নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে (Negative Potential) থাকে ততক্ষণ সিগন্যাল সোর্স (Signal Source) থেকে কোন রূপ পাওয়ার গ্রহণ করে না, এ কথা পূর্বেই বলেছি। এখন দেখা যাক যদি গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ হওয়ার



১১২নং চিত্র—এ্যামপ্লিফিকেশন সার্কিটে ব্যবহৃত ট্রায়োড টিউব। এক্ষেত্রে গ্রিড ব্যাটারীর বদলে কেবল মাত্র অলটারনেটরের এক প্রান্ত গ্রিডে ও অপর প্রান্ত ক্যাথোডে যুক্ত করে গ্রিডকে পজিটিভ পোটেনশিয়ালের সুযোগ দেওয়া হয়েছে।

সুবিধা দেওয়া যায় অর্থাৎ ১১১নং চিত্রের গ্রিড ব্যাটারীকে তুলে নিয়ে ১১২নং চিত্রের ন্যায় কেবল মাত্র অলটারনেটরের এক প্রান্ত গ্রিডে ও অপর প্রান্ত ক্যাথোডে যুক্ত করা যায়, তাহলে তার ফলাফল কি হয়।

অলটারনেটরের প্রতিটি নেগেটিভ অলটারনেশনে (যখন চিত্রের “ক” বিন্দু হয় নেগেটিভ ও “খ” বিন্দু হয় পজিটিভ) গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ হওয়ায় পূর্বের বর্ণনা

অনুযায়ী ইলেকট্রনগুলিকে বিকর্ষণ করে এবং বেশী নেগেটিভ চার্জযুক্ত হওয়ার ফলে প্লেট-কারেন্ট অত্যন্ত কমে যায়। আর গ্রিড সার্কিটে কোনরূপ কারেন্ট প্রবাহিত না হওয়ায় পাওয়ারের দরকার হয় না।

কিন্তু প্রতিটি পজিটিভ অণ্টারনেশনে (যখন চিত্রের “ক” বিন্দু হয় পজিটিভ ও “খ” বিন্দু হয় নেগেটিভ) গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ চার্জযুক্ত হয় ও ক্যাথোড থেকে নির্গত ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে। ফলে, কিছু পরিমাণ ইলেকট্রন গ্রিডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে প্রথমে অণ্টারনেন্টরের মধ্য দিয়ে ক্যাথোডে এসে উপস্থিত হয় এবং গ্রিড সলিড এলিমেন্ট না হওয়ায় অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন গ্রিডের কুণ্ডলী করা তারের মধ্য দিয়ে প্লেটের দিকে প্রবাহিত হয়। এক্ষেত্রে গ্রিড নিজেই তাদের গতি বৃদ্ধি করে দেয় কারণ, সে নিজেই পজিটিভ। সুতরাং গ্রিড নেগেটিভ হওয়ার ফলেই গতিতে ইলেকট্রন প্লেটের দিকে প্রবাহিত হয়, গ্রিড পজিটিভ হলে ইলেকট্রনের গতি তার তুলনায় অতি দ্রুত (High Velocity) হয়; আর প্লেট কারেন্টও অধিক মাত্রায় বৃদ্ধি পায়।

এইরূপ সার্কিটের কার্যকারিতা যদিও পূর্বের বর্ণিত সার্কিটের (ব্যাটারীযুক্ত সার্কিটের) অনুরূপ, তবু পার্থক্যের মধ্যে এক্ষেত্রে গ্রিড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, ফলে কিছুটা পাওয়ার ব্যয় হয়। কারণ যদি গ্রিড সিগন্যাল সোর্স (এখানে অণ্টারনেন্টর) নিজেই রেজিষ্ট্যান্সের আকৃতি ধারণ করে, তাহলে গ্রিড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের জন্য গ্রিড-সিগন্যাল-সোর্সের রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যে কিছুটা ভোল্টেজ ড্রপ ঘটে, ফলে গ্রিড-ক্যাথোড সার্কিটের প্রকৃত ভোল্টেজ কমে যায়। আর ভোল্টেজ-ড্রপ ঘটবার কাজে (কমে যাওয়ার কাজে) কিছুটা পাওয়ার ব্যয় হয়।

লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, কেবল মাত্র প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনের বেলায়ই বাধা পেয়ে সিগন্যালের Strength বা Amplitude কমে যাচ্ছে, ফলে, পজিটিভ অন্টারনেশনের আকৃতি নেগেটিভ অন্টারনেশনের চেয়ে ছোট হয়ে পড়ে এবং প্লেট কারেন্টের বেলায়ও পজিটিভ অন্টারনেশনের ফলে যে পরিমাণে প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পায়, নেগেটিভ অন্টারনেশনে তার তুলনায় অধিক পরিমাণে হ্রাস পেয়ে থাকে। ফলে, লোডের অ্যাক্রসে যে সিগন্যাল এসে উপস্থিত হয় তার নেগেটিভ অন্টারনেশন, পজিটিভ অন্টারনেশনের চেয়ে আকৃতিতে অনেক বড় হয়ে পড়ে।

লোডের অ্যাক্রসের এই গ্র্যাম্প্লিকায়েড সিগন্যাল অন্টারনেটের অরিজিন্যাল সিগন্যালের ( Original signal ) অনুরূপ না হওয়ায় ডিস্টরশন দেখা দেয়। এই ডিস্টরশনের উদ্ভব হয়, কেবল মাত্র গ্রিডের পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের ফলে। তা হলে এক কথায় বলা যেতে পারে যে, যখনই গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ হয়, তখনই গ্রিড সার্কিটে পাওয়ার ব্যয় হয়, ফলে ডিস্টরশন এসে উপস্থিত হয়।

গ্র্যাম্প্লিকায়ার সার্কিটে ডিস্টরশন যত কম হয় ততই ভাল। তাই টিউবের গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় সব সময়ই নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে রাখা হয় এবং সেই জন্মই গ্র্যাম্প্লিকায়ার টিউবের গ্রিড সার্কিটে গ্রিড ব্যাটারী ব্যবহার করা হয়।

গ্রিডকে নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে রাখার জন্ম গ্রিড ব্যাটারী ছাড়াও আর এক উপায় অবলম্বন করা যায়। যে উপায়ে ঐ গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে রাখা হয় তারও বিভিন্ন নামকরণ আছে

যেমন—‘সি-বায়াস’ (C-bias), “সি-ভোল্টেজ” (C-voltage) এবং “গ্রিড-ভোল্টেজ” (Grid voltage) ইত্যাদি।

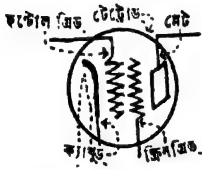
**রেডিও টিউবের ক্রমোন্নতি সাধন**—এ পর্যন্ত রেডিও টিউবের আবিষ্কার, কার্যকারিতা ও বিদেহী-করণ সম্বন্ধে বলা হলো এবং রেডিও টিউব বলতে কেবল ডায়োড আর ট্রায়োড টিউবকেই পেলাম। কিন্তু ডায়োড



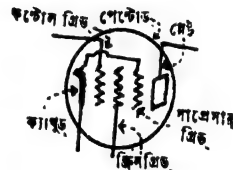
ডায়োড



ট্রায়োড



টেট্রোড



পেন্টোড

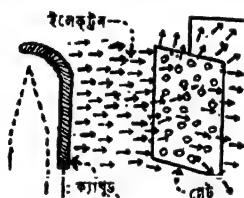
১১৩—১১৬নং চিত্র—চার প্রকার টিউব বা ভ্যাকুয়াম তথ্য—ডায়োড, ট্রায়োড, টেট্রোড ও পেন্টোড।

আর ট্রায়োডই রেডিও টিউবের শেষ পরিচয় নয়, আরো কয়েকটি পরিচয় আছে। রেডিও টিউবকে ১১৩নং থেকে ১১৬নং চিত্রের ন্যায় সাধারণতঃ চার ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—ট্রায়োড, ( Diode ) ট্রায়োড, ( Triode ) টেট্রোড, ( Tetraode ) পেন্টোড ( Pentode )। এখন শেষোক্ত দুইটির অর্থাৎ টেট্রোড ও পেন্টোড এর গঠন

প্রণালী ও উপকারিতা সম্বন্ধে বলা হবে। তার আগে টিউব মধ্যস্থিত কয়েকটি প্রয়োজনীয় বিষয় নিয়ে আলোচনা করব।

কি ভাবে পদার্থের দেহ থেকে ইলেকট্রনকে বিদেহী করা হয়, সে কথা পূর্বেই বলা হইয়াছে; এবং আরও বলা হয়েছে, যে যখনই টিউব মধ্যস্থিত প্লেট পজিটিভ চার্জযুক্ত হয়, কেবল তখনই ইলেকট্রন দ্রুতগতিতে এসে পড়ে। আর দ্রুত আসার ফলে প্লেটের উপর ক্রিপ অবস্থার সৃষ্টি হয় ১১৭নং চিত্রে তাহাই দেখান হয়েছে।

টিউবের মধ্য দিয়ে যখন কোনরূপ প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হয় না, তখন প্লেট সম্পূর্ণ ঠাণ্ডা বা মৃতপ্রায় থাকে। কিন্তু



১১৭নং চিত্র—ইলেকট্রনিক বর্ষাউমেণ্ট।

প্লেটে পজিটিভ ভোল্টেজ দেওয়ার ফলে, যখনই টিউবের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রনের প্রবাহ ঘটে তখন দুইটি অবস্থার সৃষ্টি হয়। প্রথমতঃ প্লেট প্রচুর পরিমাণে গরম হয়ে ওঠে, কারণ ক্যাথোড থেকে নির্গত ইলেকট্রন সেকেন্ডে দুই হাজার মাইল গতিতে প্রবাহিত হয়ে প্লেটের উপরিভাগে প্রচণ্ড আঘাত করে এবং নিজেদের সমস্ত শক্তি দিয়ে প্লেটকে গরম করে তোলে। প্রশ্ন উঠতে পারে যে, ইলেকট্রনের এমন কি শক্তি আছে? একটি মাত্র ইলেকট্রনের শক্তি খুব কম

বটে, কিন্তু, সেক্ষেত্রে যে পরিমাণ ইলেকট্রন প্লেটকে আঘাত করে তার শক্তি অতীব বিস্ময়জনক। কারণ ; একটি বাড়ীর দেওয়ালের উপর কামানের সাহায্যে অনবরত গোলাবর্ষণ করলে যেরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয়, ঠিক (১১৭নং চিত্রের ন্যায়) প্লেটের উপর ইলেকট্রনের অনুরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয় বলেই টেকনিকের ভাষায় একে বলা হয় “ইলেকট্রনিক বম্বার্ডমেন্ট” (Electronic Bombardment)।

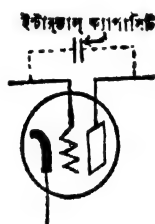
আমরা জানি, সমস্ত পদার্থের মধ্যেই ইলেকট্রন বর্তমান। ধাতুর পাতে নিষ্প্রিত প্লেটটি যখন গরম হয়ে ওঠে, তখন তার নিজেই দেহের ইলেকট্রনগুলি বিদেহী হয়ে পড়ে এবং ক্যাথোড থেকে নির্গত দ্রুতগতি সম্পন্ন ইলেকট্রনগুলিকে বাধা দিবার জন্য অনেকটা রক্ষাকারী ঢালের ন্যায় কাজ করে এবং পুনঃ পুনঃ সংঘর্ষের ফলে নিজেকে রক্ষা করতে না পারায় স্থানচ্যুত হয়ে পড়ে এবং প্লেটের চার দিকে মেঘপুঞ্জের ন্যায় বিচরণ করে বলেই একে বলা হয় **প্লেট এমিশন**।

এই প্লেট এমিশন, যাকে এক কথায় বলা হয় **সেকেণ্ডারী এমিশন** টিউবের পক্ষে অত্যন্ত বিপদজনক ; তাই অত্র একটি এলিমেন্টের সাহায্যে একে নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থা করা হয়।

সেকেণ্ডারী এমিশন ও প্লেটের হিটিং এক্সেপ্টস নির্ভর করে টিউবের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের উপর, আর প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটের ভোল্টেজের উপর। এক কথায় অধিক শক্তি সম্পন্ন কারেন্ট প্লেটের দিকে ধাবিত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি করে। আর উচ্চ ভোল্টেজ, প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনের গতি অত্যন্ত দ্রুত করে তোলে। এই জন্যই ডিটেকটর বা গ্র্যামফোনকার টিউবে সেকেণ্ডারী এমিশন বিলম্ব প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। কারণ, তাদের প্লেট-কারেন্ট ও প্লেট-ভোল্টেজ কম। পক্ষান্তরে

পাওয়ার টিউবের প্রভাব অত্যন্ত বেশী ; কারণ, পাওয়ার টিউব সাধারণতঃ ২৫০ ভোল্টের অধিক ভোল্টেজ আর শক্তিশালী কারেন্ট নিয়ে কাজ করে।

**টিউবের ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটি**—ট্রায়োড টিউবের গ্রিড ও প্লেট সাধারণতঃ ধাতব পদার্থ বিশেষ। এই গ্রিড ও প্লেট উভয়ে উভয়ের সম্মুখে থাকায় ও তাদের দূরত্বের মধ্যে ভ্যাকুয়াম ডাই-ইলেকট্রিক ( Vacuum Di-electric ) থাকায় তারা একপ্রকার কনডেন্সার বা ক্যাপাসিটর হয়ে উঠে। ১১৮নং চিত্রে এইরূপ একটি কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে যার ক্যাপাসিটি নির্ভর করে দুইটি এলিমেন্টের আয়তনের উপর এবং তাদের দূরত্বের উপর।



১১৮নং চিত্র—টিউবের ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটি।

টিউবের এই ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটি কিছু পরিমাণ এনার্জিকে প্লেট-সার্কিট থেকে কন্টোল গ্রিড-সার্কিটের দিকে সহজ পথ করে দেয় এবং এর পরিমাণ যদি কোন এক নির্দিষ্ট পরিমাণের বেশী হয়ে যায় তাহলে টিউব অস্টিলেট করতে আরম্ভ করে, ফলে রিপ্রোডাকশন নষ্ট হয়ে যায়।

এই অস্টিলেসনকে নষ্ট করবার জন্য টিউব প্রস্তুতকারকেরা একপ্রকার নূতন টিউব প্রস্তুত করলেন যার এলিমেন্ট হলো চারিটি; ক্যাথোড, কন্টোল-গ্রিড, স্ক্রিন-গ্রিড ও প্লেট।

এইরূপ টিউবকে বলা হয় **টেট্রোড টিউব** আবার কখন কখন নূতন এলিমেন্টের নামানুসারে একে বলা হয় “**ফ্রিন গ্রিড টিউব**”।

১১৯ ও ১২০নং চিত্রে ফ্রিন-গ্রিড টিউবকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, ইন-ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ টিউবের ক্যাথোড ফিলামেন্টের পরে থাকে, তারপরে থাকে কন্ট্রোল গ্রিড (কঃ গ্রিড) ও পরে ফ্রিন গ্রিড (ফ্রিঃ গ্রিড)। এবং সর্ব শেষে থাকে প্লেট; ফলে কন্ট্রোল গ্রিড ও প্লেটের মধ্যস্থিত ক্যাপাসিটিকে সম্পূর্ণ নষ্ট করে দেয়। ১২১নং চিত্র লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। চিত্রে



ইন-ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ

ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ

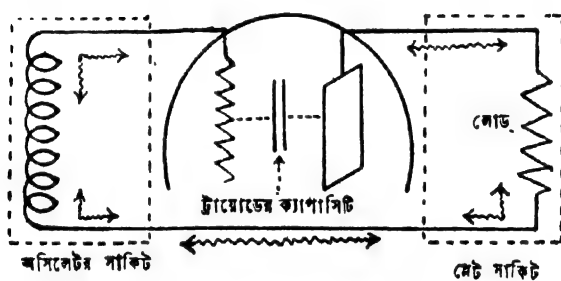
১১৯-১২০নং চিত্র—টেট্রোড টিউব বা ফ্রিন গ্রিড টিউব।

একটি ট্রায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। ভাল ভাবে পরীক্ষা করলে দেখতে পাব যে, কয়েল যুক্ত অসসিলেটর সার্কিট, প্রথমে প্লেট সার্কিট ও পরে টিউবের ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটির মধ্য দিয়ে সম্পন্ন করছে। আর ১২২নং চিত্রে একই সার্কিট ব্যবহার করা হয়েছে, কিন্তু এক্ষেত্রে ফ্রিন গ্রিড থাকায় ঐ নূতন গ্রিডের মধ্য দিয়ে সার্কিট সম্পন্ন হয়, ফলে, প্লেট সার্কিট সম্পূর্ণ আলাদা থেকে যায়।

ফ্রিন গ্রিডের আর একপ্রকার সুবিধা হচ্ছে এই যে, ফ্রিন-গ্রিড টিউবের ম্যাকসিমাম্ এ্যামপ্লিফিকেশন, ট্রায়োড টিউবের



চেয়ে বেশী হয়ে থাকে। প্রথমতঃ স্ক্রিন গ্রিড, কন্ট্রোল গ্রিড ও প্লেটের ক্যাপাসিটিকে কমিয়ে দেয়, যেমন ১২১নং চিত্রে দেখান হয়েছে। দ্বিতীয়তঃ উচ্চ ভোল্টেজ থাকায় প্লেটের সাহায্যকারী হিসাবে সে কাজ করে থাকে। কারণ উচ্চ ভোল্টেজ যুক্ত স্ক্রিন গ্রিড ক্যাথোডের নিকটে থাকায় প্লেটের তুলনায় বিদ্যেহী ইলেকট্রনের গতি বাড়িয়ে দেয়; ফলে, সমস্ত ইলেকট্রন কন্ট্রোল গ্রিডকে সহজ ভাবে অতিক্রম করে যতই স্ক্রিন গ্রিডের নিকটে উপস্থিত হয় ততই দ্রুতগামী হয়ে ওঠে এবং স্ক্রিন গ্রিড ও প্লেট উভয়ই উচ্চ ভোল্টেজ যুক্ত



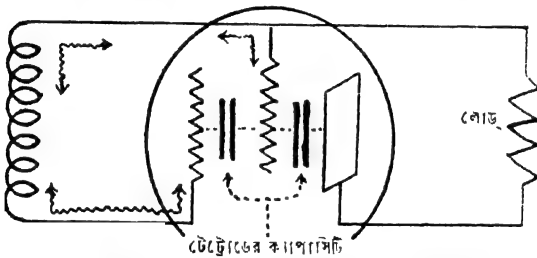
১২১নং চিত্র - ট্রায়োডের ইনটারস্ক্রাল ক্যাপাসিটি।

থাকায় আর স্ক্রিন গ্রিড সলিড এলিমেন্ট না হওয়ায় তার—  
কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে ঐ দ্রুতগামী ইলেকট্রন প্লেটে এসে  
উপস্থিত হয়, ফলে, প্লেট অধিক সংখ্যক ইলেকট্রনকে আকর্ষণ  
করে। যদিও স্ক্রিন গ্রিড পজিটিভ হওয়ার জন্য স্ক্রিন গ্রিড  
সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবু এর ইন্টেনসিটি বা  
তীব্রতা প্লেট কারেন্টের চেয়ে কম হয়ে থাকে।

এখানে বলে রাখা ভাল যে—টিউবের গ্র্যামপ্রিফিকেশন ফ্যাক্টরের (পরে  
আলোচনা করা হবে) উন্নতি নির্ভর করে সাধারণতঃ তিনটি বিষয়ের উপর—

- ১। টিউবের ইন্টারশাল ক্যাপাসিটি কমিয়ে দিতে পারলে।
- ২। প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি করতে পারলে।
- ৩। স্পেস-চার্জের কার্যকারিতা নষ্ট করতে পারলে।

**স্পেস-চার্জ**—স্পেস-চার্জ বলতে আমরা জানি, যখন ক্যাথোডকে উত্তপ্ত করা হয় তখন আস্তে আস্তে ক্যাথোডের দেহ থেকে ইলেকট্রন নির্গত (বিদেহী) হতে আরম্ভ করে ও ক্যাথোডের চারিদিকে মেঘপুঞ্জের সৃষ্টি করে। ঐ বিদেহী ইলেকট্রনগুলি নেগেটিভ ধর্মী হওয়ায় এবং ক্রমে ক্রমে সংখ্যায় বৃদ্ধি পাওয়ায় অত্যন্ত ঘনীভূত হয়ে ক্যাথোডের চারি পার্শ্বে নেগেটিভ পোটেনশিয়ালের সৃষ্টি করে ও নূতন বিদেহী ইলেকট্রনগুলিকে

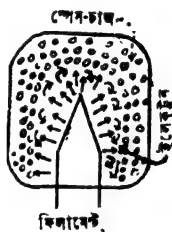


১২২নং চিত্র—ট্রেট্রোডের ইন্টারশাল ক্যাপাসিটি।

প্লেটের দিকে যেতে না দিয়ে ১২৩নং চিত্রের ত্রায় ক্যাথোডের দিকে ফিরিয়ে দেয়। ক্যাথোডের চতুঃপার্শ্বের ঘনীভূত ইলেকট্রনগুলিকে বলা হয় ‘স্পেস-চার্জ’। এই স্পেস-চার্জই হল উপযুক্ত গ্র্যাম্পলিকেশনের আর এক প্রকার প্রতিবন্ধক। তবে ট্রেট্রোড টিউবের এলিমেন্টগুলি খুব নিকটবর্তী হওয়ায় ও উচ্চ ভোল্টেজযুক্ত স্ক্রিন গ্রিড ক্যাথোডের কাছে থাকায় সমস্ত স্পেস-চার্জকে নষ্ট করে দেয়, কারণ বিদেহী ইলেকট্রনগুলি ঘনীভূত হওয়ার বিশেষ সময় পায় না,

স্ক্রিন গ্রিডের আকর্ষণে দ্রুত গ্রিডের দিকে ছুটে যায় ও পরে প্লেটে উপস্থিত হয়।

**বিভিন্ন প্রকার টেট্রোড টিউব**—টেট্রোড টিউব বা স্ক্রিন গ্রিড টিউব বিভিন্ন প্রকারের প্রস্তুত হয়ে থাকে। যেমন ফিলামেন্ট টাইপ ( ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ) ক্যাথোড টাইপ, (ইন-ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ) আবার কেবল ব্যাটারীর জন্ম বা কেবল মাত্র ডি, সি, কিংবা এ, সি, সরবরাহের জন্য। এদের মধ্যে কতকগুলি ডিটেক্টর হিসাবে বেশ ভাল কাজ দেয়, আবার কতকগুলি রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ( r-f ) গ্র্যামপ্লিফিকে-শনের কাজে ব্যবহৃত হয়।



১২৩নং চিত্র—স্পেস-চার্জ।

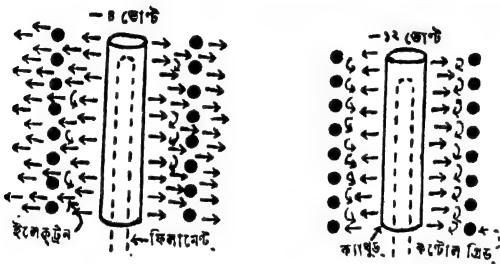
টেট্রোড টিউবকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন :—

১। সাধারণ টেট্রোড ( Ordinary Tetrode ) ।

২। ভেরিএবল মিউ টেট্রোড ( Variable MU Tetrode ) ।

এখন দেখা যাক এদের পার্থক্য কি ? ১২৪নং ও ১২৫নং চিত্রে একটি সাধারণ টেট্রোডের ক্যাথোড ও কন্ট্রোল গ্রিডকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রটিকে সহজ করবার জন্য স্ক্রিন গ্রিড ও প্লেটকে বাদ দেওয়া হয়েছে। তবে ধরে নিতে হবে যে কন্ট্রোল গ্রিডের পরে স্ক্রিন গ্রিড ও তার পরে প্লেট আছে।

আমরা যদি কন্ট্রোল গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় ৪ ভোল্ট নেগেটিভ চার্জযুক্ত করি, তাহলে তার অবস্থা ১২৪নং চিত্রের স্থায়ী হবে; অর্থাৎ ক্যাথোড থেকে নির্গত অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রিডে কুণ্ডলী করা তারের মধ্য দিয়ে বেড়িয়ে এসে প্লেটের দিকে প্রবাহিত হবে, ফলে প্লেট কারেন্ট অত্যন্ত বৃদ্ধি পাবে। আবার যদি গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করতে থাকি, তাহলে দেখতে পাব যে, এমন এক সময় আসবে, যখন গ্রিড সমস্ত ইলেকট্রনগুলিকে বিকর্ষণ করে

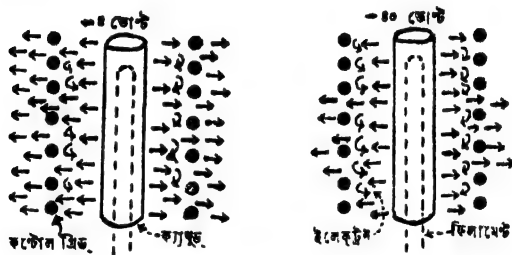


১২৪-১২৫নং চিত্র—সাধারণ টেট্রোড টিউবের কার্যকারিতা।

১২৫নং চিত্রের অনুরূপ অবস্থার সৃষ্টি করেছে। অর্থাৎ গ্রিড যখন ১২ ভোল্ট নেগেটিভ, তখন প্লেট কারেন্ট সম্পূর্ণ বন্ধ (Zero current)। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, এই টিউবের গ্রিড ভোল্টেজ যখন ৪ ভোল্ট নেগেটিভ, তখন এ্যামপ্লিফিকেশন খুব ভাল হয়; কিন্তু গ্রিড ভোল্টেজ একটু খানিক বেড়ে ১২ ভোল্ট বা তার কাছাকাছি এলেই “ডিস্টরসন” দেখা দেয়; কারণ, একটু ভোল্টেজ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে প্লেট কারেন্টের অসম্ভব রকম পতন ঘটে।

কিন্তু ভেরিএবল এ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর টিউব (Variable Amplification-Factor Tube)—সংক্ষেপে যাকে

বলা হয় ভেরিএবল মিউ বা মাল্টি মিউ ( Variable Mu বা Malti Mu) টিউব—এ সমস্যার সমাধান করে। গঠন প্রণালীর দিক দিয়ে একটি সাধারণ টিউব ও একটি মাল্টি মিউ টিউবের মধ্যে পার্থক্য কেবল কন্ট্রোল গ্রিড সার্কিটে। সাধারণ টিউবের কয়েল-আকৃতি কন্ট্রোল গ্রিডের প্রত্যেকটি পাকের (Turns) দূরত্ব সমান থাকে। আর ভেরিএবল বা মাল্টি মিউ টিউবের বেলায় কয়েলের (কন্ট্রোল গ্রিডের) প্রথম দিক ও শেষের দিকের পাকগুলির দূরত্ব সাধারণ টিউবের অনুরূপ হয় কিন্তু মধ্যভাগের পাকগুলির দূরত্ব ১২৬ ও ১২৭নং চিত্রের আয় কিছু বেশী হয়।

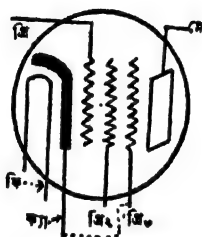


১২৬-১২৭নং চিত্র—ভেরিএবল মিউ টেট্রোড টিউবের কার্যকারিতা।

১২৬ ও ১২৭নং চিত্রে ভেরিএবল মিউ টিউবের কন্ট্রোল গ্রিড এবং ক্যাথোডকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ১২৬নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, কন্ট্রোল গ্রিডকে ৪ ভোল্ট নেগেটিভ রাখার ফলে এ ক্ষেত্রেও সাধারণ টিউবের আয় প্রচুর ইলেকট্রন গ্রিডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে। আবার আস্তে আস্তে নেগেটিভ ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে গেলে গ্রিডের বিকর্ষণ শক্তিও বৃদ্ধি পায়; ফলে, প্লেট কারেন্ট হ্রাস পেতে থাকে। কিন্তু ভেরিএবল মিউ টিউবের বেলায় কন্ট্রোল

গ্রিড যখন ১২৭নং চিত্র অনুযায়ী ৪০ ভোল্ট নেগেটিভ হয়, তখনও মার্কেটে প্লেট কারেন্ট থাকে ; কারণ ভোল্টেজ বেশী হওয়ার ফলে গ্রিডের উভয় প্রান্তেরই ইলেকট্রন প্রবাহ সম্পূর্ণ বন্ধ হয়ে গিয়ে, গ্রিডের মধ্য ভাগে বেশী ফাঁক থাকায়—১২৭নং চিত্রের ন্যায়—কেবল তার মধ্য দিয়েই প্রবাহিত হয়।

তাহলে দেখা গেল, ভেরিএবল মিউ টিউব যেমন পূর্বোক্ত দোষকে ( ডিষ্টরশনকে ) নষ্ট করে দেয়, তেমনি আবার নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাকে শক্তিশালী করে গ্র্যামপ্লিফিকেশনের উন্নতি সাধন করে।



১২৮নং চিত্র—পেন্টোড টিউব।

**সেকেণ্ডারী এমিশন (Secondary Emission)**—  
সেকেণ্ডারী এমিশন সম্বন্ধে পূর্বেরই (পৃষ্ঠা ১৮১) বলেছি যে, ক্যাথোড থেকে নির্গত দ্রুত-গতি সম্পন্ন ইলেকট্রন যখন প্লেটে এসে আঘাত করে, তখন প্লেটের দেহ থেকে কিছু পরিমাণ ইলেকট্রন স্থানচ্যুত হয়ে পড়ে ও প্লেটের চারি পার্শ্বে নেগেটিভ চার্জযুক্ত মেঘপুঞ্জের সৃষ্টি করে এবং ক্যাথোড থেকে প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনকে বাধা দেয়। এইরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয় ট্রয়োড টিউবের ক্ষেত্রে, তবে টেট্রোড টিউবের যে অমুরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয় না তাও বলি না। কারণ, টেট্রোড টিউবের

উচ্চ ভোল্টেজযুক্ত ফ্রিন্ গ্রিড প্লেটের অতি নিকটে থাকায় প্লেট থেকে নির্গত ঐরূপ ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে বলে প্লেট ও ফ্রিন্ গ্রিডের মধ্যে একপ্রকার ইলেকট্রিক কারেন্টের সৃষ্টি হয়, এই কারেন্ট প্লেট কারেন্টের প্রতিবন্ধক হয়ে ওঠে।

সেকেণ্ডারী এমিশনের ঐরূপ খারাপ কার্যকারীতাকে (Bad Effect-কে) সম্পূর্ণ ভাবে বিনষ্ট করবার জন্য প্রস্তুত-কারকেরা আর একটি এলিমেন্ট যথা তৃতীয় গ্রিডের (গ্র-৩) ব্যবস্থা করে ১২৮নং চিত্রের ন্যায় ফ্রিন্ গ্রিড (গ্র-২) ও প্লেটের মধ্যভাগে স্থাপন করলেন। টিউব মধ্যস্থিত এই তৃতীয় গ্রিড সেকেণ্ডারী এমিশনকে বিনষ্ট করার কাজে ব্যবহৃত হয় বলেই একে বলা হয় “সেকেণ্ডারী গ্রিড” বা সাপ্রেসার গ্রিড এবং ঐরূপ টিউবকে বলা হয় “পেণ্টোড টিউব”।



১২৯-১৩১নং চিত্র—সেকেণ্ডারী গ্রিডের বিভিন্ন প্রকার সংযোগ।

ডিরেক্টলি হিটেড টাইপ বা ফিলামেন্ট টাইপ পেণ্টোড টিউবে সেকেণ্ডারী গ্রিডকে (গ্রি-৩) ১২৯নং চিত্রের ন্যায় টিউব মধ্যস্থিত ফিলামেন্টের কেন্দ্রেই (centre) যুক্ত করা থাকে। আর ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ বা ক্যাথোড টাইপ টিউবে সেকেণ্ডারী গ্রিডকে ১৩০নং চিত্রের ন্যায় ক্যাথোডের সাথে যুক্ত করা হয়, আবার কতকগুলিতে সেকেণ্ডারী গ্রিডের জন্য ১৩১নং চিত্রের ন্যায় সতন্ত্র পিনের (Pin) ব্যবস্থা থাকে। তবে সাধারণতঃ বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই সেকেণ্ডারী গ্রিড ক্যাথোডের সাথে সংযুক্ত থাকে।

এখন দেখা যাক সেকেণ্ডারী গ্রিড কিভাবে কাজ করে। সেকেণ্ডারী এমিশনকে স্মরণ করলেই বুঝতে পারব যে,

সেকেন্ডারী গ্রিড ইলেকট্রন নির্গমকারী ক্যাথোডের সাথে সংযুক্ত থাকায় ও ক্যাথোড প্লেটের তুলনায় হাই-নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে থাকায়, ক্যাথোড থেকে নির্গত ইলেকট্রনের দ্বারা আঘাত প্রাপ্ত হয়ে প্লেট থেকে যখনই ইলেকট্রন স্থানচ্যুত হয়ে পড়ে, তখনই সেকেন্ডারী গ্রিডের বিকর্ষণ শক্তির ফলে আবার প্লেটে এসে উপস্থিত হয়। তাই সেকেন্ডারী এমিশন বিশেষ প্রভাব বিস্তার করতে পারে না।

এখানে প্রশ্ন উঠতে পারে যে, সেকেন্ডারী এমিশনের ফলে প্লেট কারেন্টের যেরূপ পতন ঘটে, এক্ষেত্রে উচ্চ নেগেটিভ চার্জযুক্ত সেকেন্ডারী গ্রিড থাকায় ক্যাথোড থেকে নির্গত ইলেকট্রন বাধা প্রাপ্ত হয়ে প্লেট কারেন্টের অনুরূপ অবস্থাও তো সৃষ্টি করতে পারে? কিন্তু না, কারণ, সেকেন্ডারী গ্রিড তাদের বিকর্ষণ করার পূর্বেই তারা স্ক্রিন গ্রিডের আকর্ষণে ও পরে প্লেটের আকর্ষণে এত বেশী দ্রুতগামী হয়ে পড়ে যে, সমস্ত ইলেকট্রনই প্লেটে এসে উপস্থিত হয়। আর কখন কখন হয়ত দুই একটি ইলেকট্রন সেকেন্ডারী গ্রিড মারফৎ ক্যাথোডে গিয়ে পৌঁছায়।

সাধারণতঃ সেকেন্ডারী এমিশন পাওয়ার-টিউবেই দেখা যায় কারণ, পাওয়ার-টিউবে অত্যন্ত হাই-ভোল্টেজ ও হাই-কারেন্ট ব্যবহার করা হয়। তবে হাই-এমপ্লিফিকেশন সার্কিটে (R F অথবা A F Amplifier Tube-এর স্ক্রিন গ্রিডে) যখন হাই ভোল্টেজ দেওয়া হয়, তখনও সেকেন্ডারী এমিশন দেখা দেয়। তাই এই সকল টিউবের বেলায় সেকেন্ডারী গ্রিডের জন্য সাধারণতঃ আলাদা পিন্ ব্যবস্থা দেখতে পাওয়া যায়।

**টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিক (Characteristics of Radio Tube)**—রেডিও টিউবের আভ্যন্তরীণ কার্যকারীতা



ও স্থান বিশেষে তার ব্যবহার প্রভৃতি জানতে গেলে টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকসের উপর নির্ভর করতে হয়। এখানে রেডিও টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্ বলতে বুঝায় যে বিভিন্ন প্রকার কার্যে, টিউব কিরূপ আকৃতি ধারণ করে অর্থাৎ তার Properties বা Qualities কিরূপ হয়।

প্রস্তুতকারকেরা টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকস ডাটা (Characteristic Data-কে) দুই ভাবে প্রকাশ করে থাকেন। প্রথম হচ্ছে তালিকার সাহায্যে (In Chart) ও দ্বিতীয় হচ্ছে কার্ভে বা গ্রাফের সাহায্যে (In Graphs or Curves); ফলে, যারা রেডিও মেরামত (Service) করেন তারা প্রথমটি ব্যবহার করেন এবং যারা রেডিও গঠন (Receiver Design) করেন, তাদের পক্ষে দ্বিতীয়টি প্রয়োজন; কারণ, কার্ভ ব্যবহার করলে টিউবের কার্যকারিতা সম্বন্ধে আরও বিশদ ভাবে জানতে পারা যায় এইবার তার ব্যবহার সম্বন্ধে উল্লেখ করবো।

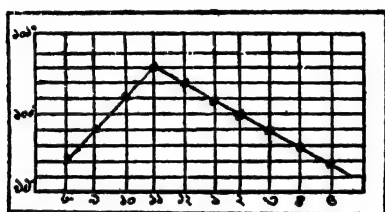
ধরা যাক ডাক্তারদের টেম্পারেচার চার্ট এর কথা। কোন এক নার্সকে বলা হল যে রাত ৮টা থেকে ভোর ৫টা পর্যন্ত প্রতি ঘণ্টায় রোগীর টেম্পারেচার কিরূপ থাকে তা লিখে রাখতে। নার্স প্রতি ঘণ্টার টেম্পারেচার নিয়ে দেখলেন যে—

রাত ৮টা—	৯৯°৪ ডিগ্রী	রাত ১টা —	১০০°২ ডিগ্রী
„ ৯ „—	৯৯°৮ „	„ ২ „ —	১০০° „
„ ১০ „—	১০০°২ „	„ ৩ „ —	৯৯°৮ „
„ ১১ „—	১০০°৬ „	ভোর ৪ „ —	৯৯°৬ „
„ ১২ „—	১০০°৪ „	„ ৫ „ —	৯৯°১ „

উক্ত তালিকা থেকে জানা গেল যে, প্রতিটি ঘণ্টায় রোগীর টেম্পারেচার কিরূপ ছিল। কিন্তু রাত ৮টা থেকে

ভোর ৫টার মধ্যে প্রতিটি মুহূর্ত কিভাবে গেছে এক নিমেষে তা উপলব্ধি করা যায় না; সেক্ষেত্রে টেম্পারেচার কার্ভ বা গ্র্যাফ্‌স্‌ খুব ভাল কাজ দেয়।

**টেম্পারেচার কার্ভ**—(Temperature Curve) অঙ্কন করা হয় ১৩২নং চিত্রের স্থায় এক প্রকারের গ্র্যাফ্‌ পেপারের উপর। গ্র্যাফ্‌ পেপারের প্রতিটি সমান্তরাল রেখাকে এক ডিগ্রীর দশ ভাগের দুভাগ হিসাবে ধরা হয়; আর প্রতিটি লম্বরেখাকে প্রতি ঘণ্টা (যে ঘণ্টায় টেম্পারেচার গ্রহণ করা হয়) হিসাবে ধরা হয়। চিত্রে অঙ্কিত গ্র্যাফ্‌ পেপারের বাম পার্শ্বে ডিগ্রী ও নিম্নে



১৩২নং চিত্র—টেম্পারেচার কার্ভ

ঘণ্টাকে চিহ্নিত করে দেওয়া হয়েছে। রাত ৮টার সময় যখন টেম্পারেচার ২২°৪ ডিগ্রী, তখন ৮ চিহ্নিত লম্বরেখাটি গ্রহণ করে সোজা উপরের দিকে দেখতে হয়। আর যে স্থানে লম্বরেখা ২২°৪ ডিগ্রী চিহ্নিত সমান্তরাল রেখা ছেদ করে, সেই স্থানটিকে একটি বিন্দু দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। আবার নয়টার সময় ৯ চিহ্নিত লম্বরেখা গ্রহণ করে ২২°৮ ডিগ্রী চিহ্নিত সমান্তরাল রেখার ছেদ বিন্দুকে চিহ্নিত করে রাখা হয়। এই ভাবে প্রতি ঘণ্টায় গৃহীত বিন্দুকে একটি সরল রেখা দ্বারা যুক্ত করে টেম্পারেচার কার্ভ অঙ্কন করা হয়।

গ্র্যাফ্‌ পেপারের উপর অঙ্কিত এই সরল রেখা লক্ষ্য করা

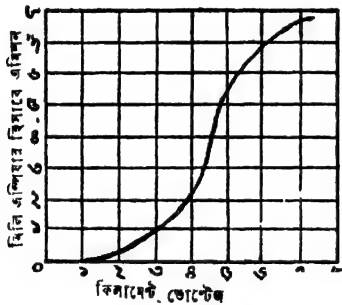
মাত্রই স্বরণ করিয়ে দেয় যে, রাত ১১টার পর থেকেই রোগীর অবস্থা ভালর দিকে আসে ও ক্রমাগত উন্নতির দিকে যেতে থাকে। এই সরল রেখা লক্ষ্য করে এও বলা যেতে পারে যে, গত রাত্রে কোন মুহূর্তে রোগীর অবস্থা কিরূপ ছিল। উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক যে, রাত ৯-৩০ মিনিটে রোগীর টেম্পারেচার কত ছিল ?

এক্ষেত্রে ৯ ও ১০ চিহ্নিত লম্বরেখার মধ্য ভাগে একটি লম্ব ঠিক করে নিয়ে ক্রমশঃ উপরের দিকে দেখতে গিয়ে যে স্থানে লম্বরেখা ও সরলরেখা ছেদ করে, সেই বিন্দুই হয় রোগীর উল্লিখিত সময়ের টেম্পারেচার—এক্ষেত্রে ৯-৩০ মিনিটের টেম্পারেচার হয় ১০০° ডিগ্রী।

**টিউবের এমিশন কার্ভ** ( Emission Curve ) ১৩৩নং চিত্রে এমিশন কার্ভকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই কার্ভ টেম্পারেচার কার্ভের অনুরূপ—এইরূপ কার্ভ অঙ্কন করার জন্য প্লেটকে একটি মিলি-এম-মিটারের সাথে সিরিজ ভাবে রাখা হয় ও প্লেট ভোল্টেজকে একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজে (Constant Value) রেখে কেবল ফিলামেন্টে বিভিন্ন প্রকার ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয়। এক্ষেত্রে গ্র্যাফ পেপারের সমান্তরাল রেখাকে প্লেট কারেন্টে (মিলি এম্পিয়ার হিসাবে) ও লম্বরেখাকে ফিলামেন্ট ভোল্টেজ হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, ফিলামেন্ট যখন ১'৪ ভোল্ট তখন ক্যাথোড থেকে ইলেক্ট্রন নির্গত হতে আরম্ভ করে। আবার ক্রমশঃ বৃদ্ধি করার পর ফিলামেন্ট যখন ৩ ভোল্ট তখন প্লেট কারেন্ট হয় ১ মিলি-এম্পিয়ার। এই ভাবে ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করার পর যখন ভোল্টেজ হয় ৬ ভোল্ট তখন ফিলামেন্ট সার্কিটের কারেন্ট হয় ৭ মিলি-

এ্যাম্পিয়ার। এখন যদি ফিলামেন্ট ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে থাকি, তাহলে কারেন্ট ক্রমশঃ বৃদ্ধি পেতে থাকে। তবে পূর্বের তুলনায় পরিমাণে কম হয়। এখানে বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করতে হবে যে, ভোল্টেজকে যখন ৪ থেকে ৫ ভোল্ট করা হয় তখন যে পরিমাণে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়, তার তুলনায় ভোল্টেজ যখন ৫ থেকে ৬ ভোল্ট হয় তখন কারেন্টের পরিমাণ অত্যন্ত কম হয় (১ মিলি-এ্যাম্পিয়ার মাত্র) উভয় ক্ষেত্রেই ভোল্টেজের পার্থক্য মাত্র এক ভোল্ট; কিন্তু কারেন্টের পার্থক্য লক্ষ্য করার মতো।



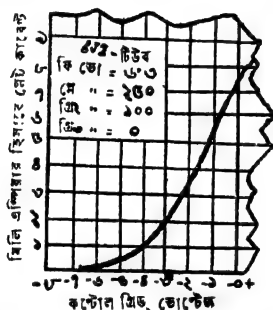
১৭৩নং চিত্র—টিউবের এমিশন কার্ভ

তাহলে দেখা গেল যে, এই টিউবের ফিলামেন্ট কারেন্ট অত্যন্ত বিপজ্জনক; কারণ, ৫ ভোল্ট থেকে যদি সামান্য পরিমাণ ভোল্টেজ কমে যায়, তাহলে কারেন্টের অসম্ভব রকম পতন ঘটে। আবার যদি ৫ ভোল্টের বেশী হয়, তাতে লাভ বিশেষ কিছু হয় না বটে, তবে অধিক বৃদ্ধি করলে টিউবের স্থায়িত্ব (life) সম্বন্ধে সন্দেহ থাকে।

এতো গেল ফিলামেন্টের কথা। প্লেট ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্ এর বেলায় ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্ অঙ্কনের জন্য টিউবের প্লেট

সার্কিটে একটি মিলি-এ্যাম্‌মিটার ও কন্ট্রোল গ্রিড সার্কিটে একটি ভোল্ট মিটার সংযুক্ত করে ফিলামেন্ট ভোল্টেজকে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে রেখে ও অন্যান্য এলিমেন্টগুলিকে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ সরবরাহ করে কেবল প্লেট ভোল্টেজকে ১ থেকে ৩০০ ভোল্ট পর্যন্ত ক্রমশঃ বৃদ্ধি করার ফলে, প্লেট কারেন্টের যে পরিবর্তন হয়, তাকেই গ্রহণ করে কার্ড অঙ্কন করা হয়। (এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে)।

১৩৪নং চিত্রে মেটাল টিউব (Metal Tube) 6J7-এর ক্যার্যাক্টারিস্টিকসকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে যে, 6J7

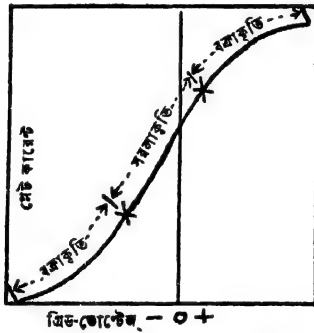


১৩৪নং চিত্র—6J7 টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্ কার্ড।

টিউবের ফিলামেন্টকে ৬.৩ ভোল্টে, প্লেটকে ২৫০ ভোল্টে, ফ্রিন্ গ্রিডকে (গ্রি-২) ১০০ ভোল্টে ও সাপ্রেসার গ্রিডকে ক্যাথোডের সাথে যুক্ত করার পর—এক কথায় সকল এলিমেন্টকে একটা নির্দিষ্ট পরিমাণে (Fixed Value-তে) রেখে কন্ট্রোল গ্রিড ভোল্টেজের তারতম্যের (Variation) ফলে প্লেট কারেন্টের অনুরূপ অবস্থা হয়।

এক্ষেত্রে গ্রাফ পেপারের লম্ব রেখাগুলি কন্ট্রোল গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ হিসাবে এবং সমান্তরাল রেখাকে

প্লেট কারেন্ট হিসাবে ধরা হয়েছে। কার্ড পরীক্ষা করলে দেখতে পাব, কন্ট্রোল গ্রিড্ যখন ৬ ভোল্ট নেগেটিভ তখন প্লেট কারেন্ট একেবারে নাই বললেই হয়। আর ৬ ভোল্টের পর থেকে নেগেটিভ ভোল্টেজ যতই কমতে থাকে, প্লেট কারেন্টও ধীরে ধীরে বাড়াতে থাকে। বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, ২ ভোল্ট নেগেটিভ পর্য্যন্ত প্লেট কারেন্টের গতি অত্যন্ত কম থাকে, কিন্তু ২ ভোল্টের পর থেকে যে অনুপাতে ভোল্টেজ কমতে থাকে, সেই অনুপাতেই কারেন্ট বৃদ্ধি পেতে থাকে। যদি নেগেটিভ ভোল্টেজ ক্রমশঃ কমে 'zero' ভোল্টেজে এসে পুনরায়



১৩৫নং চিত্র — ক্যারাক্টারিস্টিক্ কার্ডের আকৃতি।

ক্রমশঃ পজিটিভ ভোল্টেজ হতে থাকে, তখনও প্লেট কারেন্টের গতি দ্রুত থাকে; তবে কিছুক্ষণের জন্য এবং তার পরই গ্রিডের পজিটিভ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পাবার সাথেসাথেই প্লেট কারেন্ট পূর্বের তায় ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এই ভাবে ক্যারাক্টারিস্টিক্, ১৩৫নং চিত্রে অঙ্কিত কার্ডের আকৃতি ধারণ করে অর্থাৎ প্রথমে বক্রাকৃতি তারপর সরলাকৃতি ও পরে আবার বক্রাকৃতি হয়। কার্ডের এই

তিনটি আকৃতিকে বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে ; কারণ, এর উপরই টিউবের এ্যাম্পলিফায়ারের ও ডিটেক্টরের কার্য নির্ভর করে।

সবশেষে একটি কথা বলে রাখি যে, প্রত্যেক টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্ কার্ভ এক প্রকারের হয় না। বিভিন্ন প্রকার টিউবের নিজ নিজ কার্যকারিতা হিসাবে—কার্ভ ভিন্ন ভিন্ন আকৃতির হয়ে থাকে \*। সাধারণতঃ দেখা গেছে, টিউবের ডিটেক্টর হিসাবে কাজ করবার সময় তার কার্ভ আকৃতিতে খুব ছোট হয়ে থাকে।

## **Test Questions**

1. Explain the "Edision effect".
2. What did Joseph John Thomson discovered about the Edision effect ?
3. In a vacuum tube why do electrons flow from the filament to the plate but not in the reverse direction ?
4. What is the difference between a vacuum tube and a valve ?
5. Why is the radio waves ( r-f frequency ) produced by the transmitter, called the "Carrier waves" ?
6. What is modulated waves ?
7. Describe what is meant by modulation ?

---

\* প্রত্যেকটি টিউবের ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্কে পৃথক পৃথক ভাবে অঙ্কন করে দেখান সম্ভব নয়, এখানে কেবল টিউব ক্যার্যাক্টারিস্টিকস্‌র প্রথম পর্যায় আলোচনা করা হয়েছে।

8. *What is meant by detection ?*
9. *What is a detectors ?*
10. *What new element did Dr. Lee. De Forest introduce in the radio tube ? What was the function of that new element ?*
11. *What is meant by "B voltage" ?*
12. *Explain with the aid of a diagram, how a third element of a triode control the plate cathode current ?*
13. *Why is no power consumed in the grid circuit of a triode ?*
14. *Explain what would happen if you attempt to made the grid ( a ) higher positive potential with respect to the cathode and ( b ) more lower negative potential with respect to it ?*
15. *Under what condition may current flow in the grid circuit of a triode ?*
16. *Draw the symbols that are generally used for diode, tetrode and pentode respectively.*
17. *What is Secondary emission ? Expain how it is caused ?*
18. *What does the internal capacity between the plate and the grid of a tube depend upon ?*
19. *What is the name given to a tube that has forth element in addition to the plate, cathode and control grid ?*
20. *When does the construction of a multi-mu-tube differ from an ordinary tetrode tube ?*



## সপ্তম অধ্যায়



# রেক্টিফিকেশন

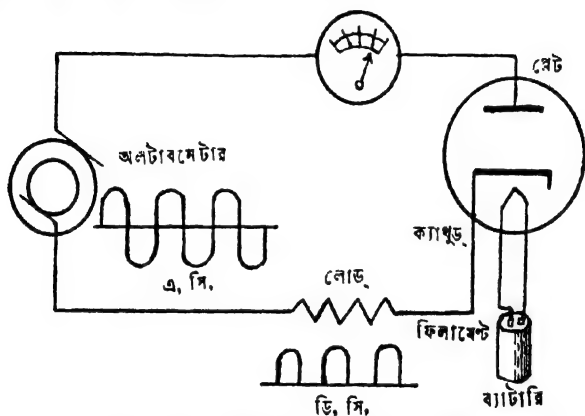
( Rectification )

রেক্টিফিকেশন ( Rectification )—একই দিকে ইলেকট্রিক কারেন্টকে পরিচালনা করার ধর্ম থাকায় ১৩৬নং চিত্রে একটি ডায়োড টিউবকে রেক্টিফিকেশনের কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। রেক্টিফিকেশন অর্থে দিক-পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহকে (এসি) একাভিমুখী বিদ্যুৎ-প্রবাহে (ডিসি) রূপান্তরিত করা বুঝায়।

১৩৬নং চিত্রে ব্যবহৃত অল্টারনেটর হচ্ছে, একটি জেনারেটর বিশেষ, যার দ্বারা সার্কিটের মধ্যে অল্টারনেটিং কারেন্টের সৃষ্টি করা হচ্ছে। কারেন্ট মিটার-টিকে প্লেট-ক্যাথোড-সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টের নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আরও লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, অল্টারনেটর ও ডায়োডের ক্যাথোড সার্কিটের মধ্যে একটি রেজিস্ট্যান্স রাখা হয়েছে, একে বলা হয় লোড রেজিস্ট্যান্স ( Load Resistance ) এই লোডের দুই প্রান্তেই (অ্যাক্রশেই) ডি, সি, কারেন্টের গুণ রেক্টিফায়েড কারেন্ট পাওয়া যায়। এই রেক্টিফায়েড কারেন্টকে ১৩৭নং চিত্রে অঙ্কিত ডায়োড ক্যার্যাকটারিস্টিকস্ কার্ভের আউট-পুটে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এক্ষেত্রে অল্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজের একপ্রান্ত ডায়োডের প্লেট ও অপর প্রান্ত লোডের মারফৎ ডায়োডের

ক্যাথোডে সংযুক্ত থাকার জন্য প্রতিটি পজিটিভ অর্টারনেশনে, প্লেট ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ ও ক্যাথোড প্লেটের তুলনায় নেগেটিভ ভোল্টেজ পায়। এইরূপ অবস্থায় ক্যাথোড থেকে নির্গত বিদ্যেহী ইলেকট্রন পজিটিভ প্লেট দ্বারা আকৃষ্ট হয়। ফলে, ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রথমে অর্টারনেটরের পজিটিভ প্রান্ত থেকে আরম্ভ করে কারেন্ট মিটারের মধ্য দিয়ে প্লেটে ও পরে ক্যাথোডে ও তারপর লোড সারফৎ অর্টার-

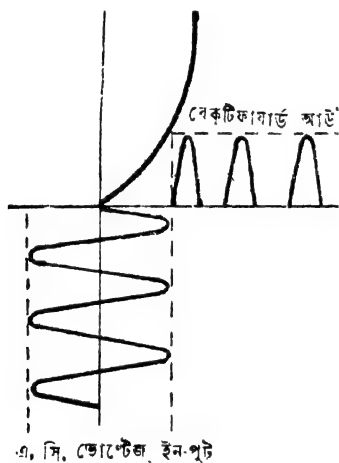


১৩৬নং চিত্র—ডায়োড টিউবকে হাফ-ওয়েভ রেকটিফিকেশনের কাজে ব্যবহার করা হয়েছে।

নেটরের নেগেটিভ প্রান্তে ফিরে আসে। এই ভাবে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং কারেন্ট মিটারটি তার নির্দেশ দেয় ও লোডের অ্যাক্রশে ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

আর অর্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজের যে প্রাপ্তি প্লেটে সংযুক্ত তার প্রতিটি নেগেটিভ অর্টারনেশনের বেলায় অর্থাৎ অর্টারনেটরের আউট-পুট ভোল্টেজ যখন দিক

পরিবর্তন করে প্লেটে নেগেটিভ ভোল্টেজ সরবরাহ করে তখন ডায়োডের প্লেট ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ ধর্মী হওয়ায় ক্যাথোড থেকে নির্গত বিদ্যেহী ইলেকট্রনগুলিকে বিকর্ষণ করে ওপন সার্কিটের (Open Circuit এর) সৃষ্টি করার ফলে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কোনরূপ কারেন্ট প্রবাহিত হবে না ও মিটারের কাঁটাটি স্থির অবস্থায় থাকবে এবং লোডের অ্যাক্রোশে কোন ভোল্টেজ পাওয়া যাবে না।

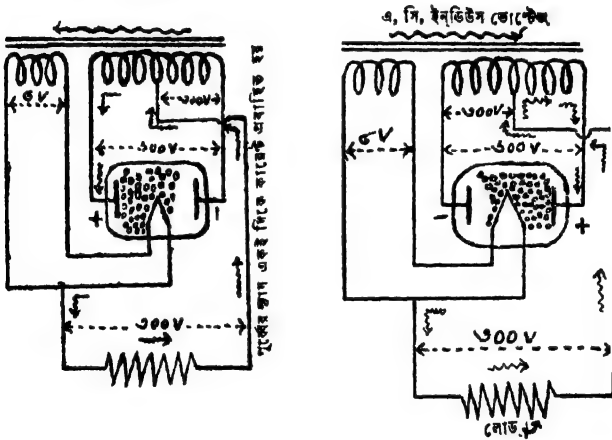


১৩৭নং চিত্র—১৩৬নং চিত্রের রেকটিফায়েড ভোল্টেজকে ডায়োড ক্যার্যাক্টারিস্টিক কার্ভের আউট-পুটে ও অন্টারনেটের এ-সি ভোল্টেজকে ইন-পুটে অঙ্কন করা হয়েছে।

এই ভাবে রেকটিফিকেশনের সাহায্যে ডায়োডের আউট-পুটে (লোডের অ্যাক্রোশে) ১৩৭নং চিত্রের স্থায়ী অন্টারনেটিং কারেন্ট থেকে ডিরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যায়। এইরূপ রেকটিফিকেশনকে বলা হয়, হাফ ওয়েভ রেকটিফিকেশন (Half-wave Rectification) বা অর্দ্ধতরঙ্গ সংশোধন। আর এক প্রকারের

রেকটিফিকেশন আছে যাকে বলা হয় **ফুল-ওয়েভ রেকটিফিকেশন** ( Full-wave Rectification ) বা পূর্ণ তরঙ্গ-সংশোধন। এ ক্ষেত্রে একটি ডবল ডায়োড যুক্ত ভ্যালভে অর্থাৎ একটি ভ্যালভের মধ্যে রক্ষিত দুইটি প্লেটের সহিত এ-সি সরবরাহের পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় প্রান্তই যুক্ত করে দিক-পরিবর্তী কারেন্ট প্রবাহকে একাভিমুখী কারেন্ট প্রবাহে রূপান্তরিত করা হয়।

১৩৮ এবং ১৩৯নং চিত্র দুইটি লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে সেখানে অল্টারনেটরের পরিবর্তে একটি পাওয়ার ট্রান্সফর্মার



১৩৮—১৩৯নং চিত্র--ডবল ডায়োড যুক্ত ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার সার্কিট। ব্যবহার করা হয়েছে এবং একটি ফুল-ওয়েভ রেকটিফায়ার ভ্যালভকে ৬০০ ভোল্ট যুক্ত সেকেন্ডারীর (Secondary) সহিত সংযুক্ত করা হয়েছে এবং ফিলামেন্টকে উত্তপ্ত করার জন্য ৫ ভোল্ট যুক্ত সেকেন্ডারী থেকে ভোল্টেজ সরবরাহ করা হচ্ছে। পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী যখন এক

প্রান্তের প্লেট পজিটিভ চার্জযুক্ত হবে, তখন অপর প্রান্তের প্লেট হবে নেগেটিভ চার্জযুক্ত; ফলে, পজিটিভ চার্জযুক্ত প্লেট ফিলামেন্ট থেকে নির্গত ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করে ১৩৮নং চিত্রে তীর-চিহ্ন অঙ্কিত পথে কারেন্ট-প্রবাহিত হয়ে লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজ সৃষ্টি করবে এবং অপর প্রান্তের প্লেট নেগেটিভ চার্জযুক্ত হওয়ায় বিদ্যেহী ইলেকট্রনকে বিকর্ষণ করবে। পরবর্তী মুহূর্তে যখন অণ্টারনেটিং কারেন্ট দিক পরিবর্তন করবে অর্থাৎ আগের পজিটিভ প্লেট হবে নেগেটিভ চার্জযুক্ত ও নেগেটিভ প্লেট হবে পজিটিভ চার্জযুক্ত, তখন ১৩৯নং চিত্রে তীর-চিহ্ন অঙ্কিত পথে কারেন্ট প্রবাহিত হবে ও লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজ সৃষ্টি হবে। এই ভাবে অণ্টারনেটিং কারেন্টেরও প্রতিটি অণ্টারনেশনের সময় লোডের অ্যাক্রসে ভোল্টেজ পাওয়া যাবে। হিসাব করে দেখা গেছে যে, লোডহীন অবস্থায় ফুল-ওয়েভ রেকটিফায়ারের ডি, সি আউট-পুটে হাফ-ওয়েভের দ্বিগুণ ভোল্টেজ পাওয়া যায়, অর্থাৎ এ, সি পিক্ ভোল্টেজের ৬৩৭ গুণ বেশী হচ্ছে ডি-সি আউট-পুটের পরিমাণ এবং লোড যুক্ত অবস্থাতেও হাফ ওয়েভের চেয়ে ফুল-ওয়েভের ভোল্টেজ বেশী।

এই প্রসঙ্গে একটি কথা জেনে রাখা দরকার যে, এ-সি ডি-সি সার্কিট ব্যবস্থায় ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা চলে না এবং সে ক্ষেত্রে ইন্ডাইরেক্টলি ছিটেড টাইপ ভ্যালভ ব্যবহার করা হয়। যেমন—25Z6, 25Z3 ইত্যাদি। আর ফিলামেন্ট সংযোগ অস্বাভাবিক ভ্যালভের সাথে সিরিজ ভাবে যুক্ত হয়, তবে শুধু এ-সি সার্কিট ব্যবস্থায় ১৩৮ ও ১৩৯নং চিত্রের ত্রায় ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয় ও ফিলামেন্টের দ্বারা ট্রান্সফরমারে স্বতন্ত্র ব্যবস্থা থাকে এবং সমস্ত ভ্যালভের ফিলামেন্ট প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত হয়।

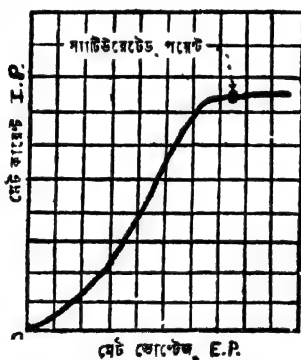
এ পর্যন্ত আমরা দেখলাম যে প্লেটে পজিটিভ ভোল্টেজ দিলে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্টের উদ্ভব হয় এবং যদি ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা যায়, তাহলে কারেন্টের শক্তিও বৃদ্ধি

পায়। এখানে প্রশ্ন উঠিতে পারে যে, প্লেটে ইচ্ছামত ভোল্টেজ সরবরাহ করে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে উচ্চ মাত্রায় কারেন্ট সৃষ্টি করতে পারি কি? কিন্তু তারও একটা সীমা আছে। ক্যাথোড নিজের দেহ থেকে ইলেকট্রনগুলিকে বিদায় দিয়ে নিজেই খানিকটা পজিটিভ হয়ে ওঠে ও বিদেহী ইলেকট্রন-গুলিকে অল্প ভাবে আকর্ষণ করে। ফলে, ঐ মুক্ত নেগেটিভ ইলেকট্রনগুলি ক্যাথোড-সংলগ্ন স্থানকে মেঘপুঞ্জের স্থায়ী পরিপূর্ণ করে রাখে। তাই টেকনিকের ভাষায় একে বলা হয় **স্পেস চার্জ**। এই স্পেস চার্জ ক্যাথোড থেকে নির্গত ও প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেকট্রনগুলিতে বাধার সৃষ্টি করে। পূর্বেই বলেছি, যদি প্লেটে ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা যায়, তাহলে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়, কারণ, স্পেস-চার্জের কবল থেকে আরও বেশী ইলেকট্রন প্লেট দ্বারা আকৃষ্ট হতে পারে। এই বাধা দেবার শক্তি (Repelling Action) ও ইলেকট্রনের পরিমাণ (Amount of Space-Charge) নির্ভর করে ক্যাথোড টেম্পারেচার এবং প্লেট পোটেন্শিয়ালের উপর অর্থাৎ প্লেটের ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলে স্পেস-চার্জের বাধা দেবার ক্ষমতা কমে যায়; ফলে, প্লেট ক্যাথোড সার্কিটের কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। প্লেট-ভোল্টেজ বৃদ্ধির সাথে, কি অনুপাতে প্লেট-কারেন্ট বৃদ্ধি পায় তা লক্ষ্য করা হয় ১৪০নং চিত্রে অঙ্কিত ডায়োড টিউব বা ভ্যাল্ভের ক্যারাক্টারিস্টিকস্ কার্ভের সাহায্যে। এ বিষয়ে পরে টিউব ক্যারাক্টারিস্টিক্-কার্ভে আলোচনা করা হয়েছে।

এই কার্ভের সাহায্যে ডায়োড-টিউবের প্লেট-ভোল্টেজ ও প্লেট-কারেন্টের সম্পর্ক বুঝা যায়। প্লেট-ভোল্টেজকে সংক্ষেপে

Ep ও কারেন্টকে Ip বলা হয়। তাই ক্যার্যাকটারিস্টিকস্ কার্ভকে Ep-Ip কার্ভ বলা হয়।

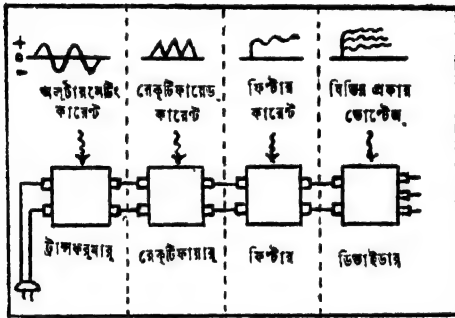
চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, রেখাটি খানিকটা গিয়ে ডান দিকে বেঁকে গিয়েছে, কারণ, যে কোন নির্দিষ্ট উত্তাপে ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন নিক্ষেপনের একটা সীমা আছে। সীমাহীন ভাবে প্লেট-ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে গিয়ে যখন এমন এক পর্যায়ে গিয়ে পৌঁছায় যে, ক্যাথোড থেকে নির্গত সমস্ত ইলেকট্রনই সোজা প্লেটে গিয়ে পৌঁছাচ্ছে, তখন



১৪০নং চিত্র—ডায়োড টিউবের প্লেট-ভোল্টেজ ও প্লেট-কারেন্ট।

যদি প্লেট-ভোল্টেজকে আরও বেশী বৃদ্ধি করা হয়, তাহলে নিশ্চয়ই প্লেট-কারেন্ট আর বৃদ্ধি পাবে না। এইরূপ অবস্থায় ঐ ম্যাক্সিমাম কারেন্টকে বলা হয় **স্যাচুরেশন কারেন্ট** আর ঐ বিন্দুকে বলা হয় **স্যাচুরেটেড পয়েন্ট**। যেহেতু, স্যাচুরেশন কারেন্ট, ক্যাথোড থেকে নির্গত সকল বিদ্যেহী ইলেকট্রনের মোট পরিমাণকে বুঝায় সেহেতু একে **এমিশন কারেন্ট** অথবা এক কথায় **এমিশন** বলা হয়।

ক্যাথোড থেকে উপযুক্ত পরিমাণ ইলেকট্রন নির্গত হচ্ছে কিনা পরীক্ষার জন্য প্লেটে বেশী রকম ভোল্টেজ দিয়ে মিলি-গ্রাম-মিটারের সাহায্যে কারেন্টের ঐ শক্তি পরীক্ষাকে বলা হয় “এমিশন” পরীক্ষা। কিন্তু এইরূপ পরীক্ষার ব্যাপারে ভালভাবে স্ট্রাকচারেশন পয়েন্টে নিয়ে যাওয়া চলে না। কারণ, ভালভ ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে যেতে পারে। তাই পূর্বেই বলেছি, প্লেটে ভোল্টেজ সরবরাহের একটা সীমা আছে।



১৪১নং চিত্র—এ সি পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজের বিভিন্ন কার্যকারিতা।

**পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজ**—রেকটিফিকেশন সম্বন্ধে আলোচনা এই খানেই শেষ হয়ে যেত কিন্তু তার পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজ সম্বন্ধে সামান্য কিছু না বললে অধ্যায় অসম্পূর্ণ রয়ে, যায় কারণ লোডের আক্রমণে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় সেটা হচ্ছে **পালসেটিং ভোল্টেজ** অর্থাৎ এক সময় লোডের আক্রমণে ভোল্টেজ এল, তার পর মুহূর্তে কিছুই নাই—আবার এল, আবার নাই, আবার এল.....। এইরূপ ( Unfiltered ) ভোল্টেজকে যদি গ্রাহক-যন্ত্রের (রিসিভারের) অগ্নাগ্র ভালভের প্লেটে সরবরাহ করা যায় তাহলে লাইডস্পিকারে একপ্রকার



হাম্ দেখা দেয়। তাই এইরূপ ভোল্টেজকে ফিল্টারেশন করা দরকার হয়। গ্রাহক-যন্ত্রের মধ্যে যে অংশ বা ষ্টেজ এই সকল কার্যের জন্য ব্যবহৃত হয় তাকে বলা হয়, **পাওয়ার সাপ্লাই ষ্টেজ**। ১৪১নং চিত্রে একটি এ-সি রিসিভারের পাওয়ার সাপ্লাই-এর চারিটি অংশকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

১। ষ্টেপ-আপ-ট্রান্সফরমার

২। রেকটিফায়ার

৩। ফিল্টার

৪। ভোল্টেজ ডিভাইডার

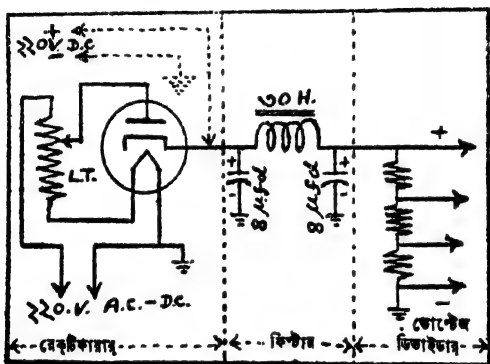
উপরিলিখিত চারিটি অংশকে ভাল ভাবে দেখলে বুঝা যাবে যে, এ-সি রিসিভারের উদ্দেশ্যই হচ্ছে অস্টারনেটিং কারেন্টকে প্রথম ট্রান্সফরমারের সাহায্যে ষ্টেপ-আপ করা অর্থাৎ উচ্চ ভোল্টেজের সৃষ্টি করা। (এ কেবল ট্রান্সফরমারের বেলাই সম্ভব)। দ্বিতীয়তঃ রেকটিফায়ার টিউবের সাহায্যে এ-সিকে ডি-সিতে রূপান্তরিত করা। তৃতীয়তঃ ঐ পালসেটিং ভোল্টেজকে ফিল্টারের সাহায্যে স্থায়ী শক্তি সম্পন্ন করে তোলা। চতুর্থতঃ ঐ স্থায়ী শক্তি সম্পন্ন ভোল্টেজকে রিসিভারের \* হাইটেনশন (H. T.) সাইডে এবং লো-টেনশন (L. T.) সাইডে প্রয়োজন অনুযায়ী ভাগ করে দেওয়া।

মোটের উপর দেখা যাচ্ছে, রিসিভারকে বাড়ীর এ-সি সরবরাহে যুক্ত করলেও প্রকৃত পক্ষে রিসিভারটি কাজ-

---

\* রিসিভারে ব্যবহৃত সকল টিউবের প্লেট ভোল্টেজকে হাইটেনশন (HT) ভোল্টেজ এবং ফিলামেন্ট ভোল্টেজকে লো-টেনশন (LT) ভোল্টেজ বলা হয়।

করে ডি-সি ভোল্টেজের সাহায্যে। তাই কেবল ডি-সি রিসিভারে ট্রান্সফর্মার বা রেকটিফায়ারের প্রয়োজন হয় না। তবে ফিল্টার সার্কিটে ইলেকট্রোলিটিক কন্ডেন্সারের বদলে পেপার টাইপ কন্ডেন্সার ব্যবহার করা হয়, এ-সি, ডি-সি রিসিভারে ব্যবহৃত পাওয়ার সাপ্লাই ব্যবস্থায় কেবল ট্রান্সফর্মার বাদে—রেকটিফায়ার, ফিল্টার ও ভোল্টেজ ডিভাইডার এই তিনটিই প্রয়োজন হয়। যেমন ১৪২নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য



১৪২নং চিত্র—ডি-সি এবং এ সি/ডি-সি পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজের বিভিন্ন অংশ।

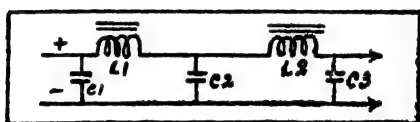
করলে দেখতে পাব যে, শুধু ডি-সি সরবরাহের বেলায় মেনু-লাইনের দুই প্রান্তে পজিটিভ (+) ও নেগেটিভ (-) চিহ্নিত করে রাখা হয়েছে, কারণ আমরা জানি, ইলেকট্রোলিটিক কন্ডেন্সারের পজিটিভ প্রান্ত যখন ডি-সি ভোল্টেজের পজিটিভ প্রান্তে এবং নেগেটিভ প্রান্ত যখন ডি-সি ভোল্টেজের নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত থাকে তখন কারেন্ট তার মধ্য দিয়ে

প্রবাহিত হতে পারে না। কিন্তু যদি ঐ কনডেন্সারের পজিটিভ ও নেগেটিভ প্রান্ত যথাক্রমে সরবরাহের নেগেটিভ ও পজিটিভ প্রান্তে যুক্ত হয়, তা হলে কারেন্ট তার মধ্য দিয়ে অতি সহজে প্রবাহিত হয়ে সর্ট-সার্কিটের সৃষ্টি করে। ফলে, কনডেন্সারটি নষ্ট হয়ে যায় ও বাড়ীর মেন্ ফিউজ হয়ে যায়। কিন্তু ব্লক টাইপ বা পেপার টাইপ কনডেন্সারের বেলায় ঐরূপ কোন সর্ট-সার্কিটের সম্ভাবনা নাই, তাই কেবল ডি-সি গ্রাহক যন্ত্রের ফিল্টার সার্কিটে ব্লক-টাইপ বা পেপার-টাইপ কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়। কিন্তু এ-সি/ডি-সি রিসিভারে মেন্ প্লাগ উন্টে গেলে ইলেক্ট্রোলিটিক কনডেন্সার থাকা সত্ত্বেও কোন বিপদের আশঙ্কা থাকে না। কারণ, টিউবের প্লেট যখন সরবরাহের পজিটিভ প্রান্তে যুক্ত হয় তখনই কেবল প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে সার্কিট সম্পন্ন করে। আর প্লাগ উন্টে কনডেন্সারের নেগেটিভ প্রান্তে পজিটিভ ভোল্টেজ দিলেও প্লেটে নেগেটিভ ভোল্টেজ থাকায় প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কোন কারেন্ট প্রবাহ থাকে না তাই সর্ট-সার্কিটের কোন সম্ভাবনা থাকে না ; ফলে বিপদেরও কোন আশঙ্কা থাকে না। এখন দেখা যাক পাওয়ার সাপ্লাই স্টেজের এই পরবর্তী অংশদ্বয় অর্থাৎ ফিল্টার সার্কিট ও ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিট কি ভাবে কাজে করে।

**ফিল্টার সার্কিট**—রেক্টিফায়ারের আউট-পুটে ডি-সি ভোল্টেজ পেলাম বটে, কিন্তু পূর্বেই বলেছি সেটা পালসেটিং ভোল্টেজ। এই পালসেটিং ভোল্টেজকে ব্যাটারী চার্জিং এর কাজে ব্যবহার করা যায়, কিন্তু রেডিওর কাজে ব্যবহার করতে হলে প্রথমে ফিল্টারেশনের দরকার হয়।

রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে পাওয়ার সাপ্লাইএ ব্যবহৃত দুই প্রকারের ফিল্টার সিস্টেমকে (Filter System) ১৪৩ ও

১৪৪নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ১৪৩নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটটি সাধারণতঃ বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই ব্যবহৃত হয়ে থাকে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব দুইটি চোক  $L_1$  ও  $L_2$  লাইনের সহিত সিরিজ ভাবে এবং তিনটি কন্ডেন্সার  $C_1$ ,  $C_2$  ও  $C_3$  প্যারালাল ভাবে ব্যবহার করা হয়েছে।  $L_1$  ও  $L_2$ কে লাইনের পজিটিভ বা নেগেটিভ যে কোনও সাইডে লাগান যেতে পারে। তাতে ফল একই হয়।  $L_2$  সাধারণতঃ ডাইনামিক স্পিকারের ফিল্ড-কয়েলের সাথে যুক্ত করা থাকে এবং স্পিকারের একসাইটার হিসাবে কাজ করে, তাতে খরচাও কম পড়ে। এ-সকল চোকের ইম্পিডেন্স



১৪৩নং চিত্র।

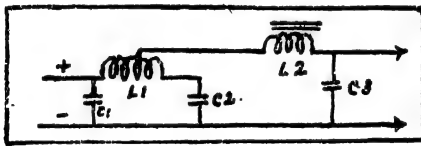
সাধারণতঃ ১৫ থেকে ৩০ হেনরী হয়ে থাকে এবং কোন কোন সস্তা দরের রিসিভারে (গ্রাহকযন্ত্রে) কেবল ফিল্ড কয়েলকেই অথবা শুধু মাত্র একটি চোককেই ( $L_1$ ) ফিল্টার সার্কিটে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

১৪৪নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে  $L_1$  চোকের অংশ বিশেষ  $C_2$  কন্ডেন্সারের সাথে সিরিজ ভাবে রাখা হয়েছে। এইরূপ ফিল্টার সার্কিট ব্যবহৃত গ্রাহক-যন্ত্রে খুব ভাল ফল পাওয়া যায়। আর এইরূপ সার্কিট ব্যবস্থাকে মীসনার সিস্টেম (Miessner System) বলা হয়।

ফিল্টার সার্কিট সম্বন্ধে খুব ভাল ভাবে জানতে পারা যায়, যদি ইন্ডাক্ট্যান্স এবং কন্ডেন্সারের কার্যকারিতা সম্বন্ধে জান থাকে।

এক্ষেত্রে শুধু উল্লেখ করা যেতে পারে যে, ফিল্টার সার্কিটে ব্যবহৃত ইন্ডাক্ট্যান্সের ( চোকের ) কাজই হচ্ছে রেকটিফায়ার-আউট-পুটের সমস্ত ডি-সি তরঙ্গাকৃতিকে বাধা দেওয়া আর কন্ডেন্সারের ধর্মই হচ্ছে চার্জ ও ডিসচার্জ হওয়া।

যখন রেকটিফায়ারের প্লেটে পজিটিভ ভোল্টেজ আসে, তখনই কেবল প্লেট-কারেন্ট শুরু হয় ও  $C_1$  কে চার্জযুক্ত করে তোলে। পরবর্তী মুহূর্তে যখন প্লেটে নেগেটিভ ভোল্টেজ আসে, তখন সার্কিটের কোন কারেন্ট থাকে না। ফলে  $C_1$  কন্ডেন্সারটি ডিসচার্জ হয়ে লোড-সার্কিটে কারেন্ট সরবরাহ করে। এক কথায়  $C_1$  কে বলা হয় মজুত-দারী (Reservoir) কন্ডেন্সার। কারণ যে সময়টুকুর জন্য প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে



১৪৪নং চিত্র।

কারেন্ট থাকে না, সে সময় লোড-সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে পরিস্রুতি ব্যবস্থাকে সাহায্য করে।

এই  $C_1$  কন্ডেন্সারটি ক্যাথোড প্রান্তে সংযুক্ত থাকায় ডি-সি ভোল্টেজকে ধারাবাহিক ভাবে চালনা করে। এর পরিমাপ সাধারণতঃ দুই থেকে চার মাইক্রোফ্যারাড ( $\mu fd$ ) হয়ে থাকে। তবে যেখানে মাত্র দুইটি কন্ডেন্সার ( $C_1$   $C_2$ ) ব্যবহৃত হয়, সেখানে ৮  $\mu fd$  ব্যবহার করা ভাল। এই কন্ডেন্সারটি পালসেটিং ক্যারেন্টের ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজকে ধারাবাহিক ভাবে বাধা দান করে বলে এর পরিমাপ খুব উচ্চ ভোল্টেজের হওয়া উচিত; যাতে সহজে এর ডাই-ইলেকট্রিক

নষ্ট হয়ে না যায়। যেহেতু এ-সি সার্কিটের ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ একেটিভ ভোল্টেজের ১.৪১ গুণের সমান, সেইহেতু কন্ডেন্সার  $C_1$  এর পরিমাণ এমন হওয়া উচিত যাতে রেকটিফায়ার ভোল্টেজের ১.৪১ গুণ তার সহনশক্তি থাকে। উদাহরণ স্বরূপ, যদি ১৩৯নং চিত্রটি ধরে নেওয়া যায়, (এর লোডের অ্যাক্সেসের ভোল্টেজ হচ্ছে ৩০০ ভোল্ট) তাহলে পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী এক্ষেত্রে ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ হবে  $৩০০ \times ১.৪১ = ৪২৩$  ভোল্ট।

দ্বিতীয় কন্ডেন্সার  $C_2$  এর কাজ হচ্ছে, প্রথম ফিল্টার চোকের পর ডি-সি ভোল্টেজের সামান্য যেটুকু উত্থান ও পতন (পালস) থাকে, তাকে সমান করে ছাম্কে (Hum) সম্পূর্ণ নষ্ট করে দেওয়া। যদিও এর পরিমাপ ১ থেকে ৪  $\mu fd$  হওয়া উচিত, কিন্তু কন্ডেন্সার  $C_2$  সার্কিটের অডিও-ফ্রিকোয়েন্সী কারেন্টকে (A. F. Current) প্রবাহের জন্য খুব সহজ পথ করে দেয় ও প্রায় সকল ক্ষেত্রেই ফিল্টার-সার্কিটে যে স্থান থেকে পাওয়ার-টিউবকে কারেন্ট দেওয়া হয়, সেই স্থান থেকে গ্রাউণ্ড করা থাকে বলে এর পরিমাণ ৮  $\mu fd$  হিসাবে সর্বজনসম্মত।

পরবর্তী কন্ডেন্সার  $C_3$  ফিল্টার হিসাবে খুব বেশী প্রয়োজনীয় না হলেও সময় বিশেষে যোগানদার হিসাবে খুব ভাল কাজ দেয়। তাই  $C_3$  কন্ডেন্সারকেও অনেকটা মজুতদারী কন্ডেন্সার বলা যেতে পারে: কারণ, এর কাজ হল, খানিকটা কারেন্ট নিজের মধ্যে মজুত রেখে দেওয়া (Storing-up Current) এবং যখন সার্কিটে ভোল্টেজ ড্রপ ঘটে বা তার নিজের প্রয়োজনীয় চার্জিং কারেন্টের তুলনায় সার্কিটে কারেন্ট কমে যায়; তখন কন্ডেন্সারটি ডিস্চার্জ হয়ে যায় ও সেই সময়টুকুর জন্য ক্ষতি পূরণ করে আবার চার্জাড

হয়ে উঠে। কারণ, পতনের সঙ্গে সঙ্গে ক্ষতি পূরণের মত বেশী কারেন্ট রেক্টিফায়ার সরবরাহ করতে পারে না। তাই  $C_3$  কন্ডেন্সারের পরিমাণ ১ থেকে ৪  $\mu fd$  বা আরও বেশী মাইক্রোফ্যারাড হয়ে থাকে।

এই ফিল্টার ব্যবস্থায় সাধারণতঃ ফিল্টার-কন্ডেন্সার ইলেক্ট্রোলিটিক্ টাইপের হয়ে থাকে। কারণ, যদি কোন সময়ে উচ্চ ভোল্টেজের দরুণ ডাই-ইলেকট্রিক ছিঁড় হয়ে যায়, তাহলে ইলেক্ট্রোলিটিক্ কন্ডেন্সার নিজে থেকেই তা পূর্বাবস্থায় ফিরিয়ে আনতে পারে। এই বিষয়টি বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে, কারণ, একটি পাওয়ার সাপ্লাইকে এক সপ্তাহ বা তারও বেশী অকেজো অবস্থায় ফেলে রাখার পর প্রথম যখন তাকে কাজে লাগান হয় তখন কন্ডেন্সারের ডাই-ইলেকট্রিক ঠিক মত কাজ করে না। প্রথমেই তার মধ্য দিয়ে শক্তিশালী কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে সমস্ত প্লেট-সার্কিটে লো-ভোল্টেজের সৃষ্টি করে। আবার পর মুহূর্তে নিজ থেকেই সংশোধিত হয়ে ডাইলেকট্রিক গঠন করে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। তবে একথাও বলি না যে, তাদের পূর্বাবস্থায় ফিরে আসবার শক্তি আছে বলে একেবারেই নষ্ট হয় না, বা পরি-বর্তনের প্রয়োজন হয় না। বেশ কিছুদিন অকেজো অবস্থায় থাকলে ডাইলেকট্রিক গুণ হয়ে যায়, ফলে অব্যবহার্য্য হয়ে পড়ে।

হাফ-ওয়েভ রেক্টিফিকেশনে কন্ডেন্সারের ডিসচার্জের সময় খুব বেশী হওয়ায় হাফ-ওয়েভের চেয়ে ফুল-ওয়েভের ক্ষেত্রে ফিল্টার সার্কিটের কাজ খুব ভাল হয়। কারণ, ফুল-ওয়েভ রেক্টিফিকেশনে ডি-সি ওয়েভসের ফ্রিকোয়েন্সী হাফওয়েভের তুলনায় দ্বিগুণ, কলে, কন্ডেন্সারের চার্জ ও ডিস্-চার্জের সময়ও অপেক্ষাকৃত কম, তাই ফুল-ওয়েভকেই ভাল ফিল্টার করা চলে।

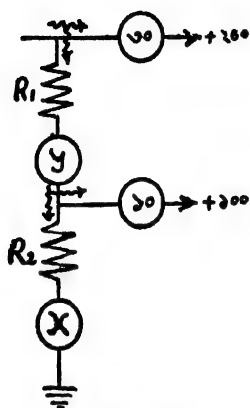
**ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিট**—এ পর্যন্ত আমরা যে ভোল্টেজ পেলাম সেটা হচ্ছে এ-সি থেকে ডি-সিতে রূপান্তরিত ও স্মুদিং ফিল্টারের সাহায্যে স্থায়ী শক্তিসম্পন্ন ভোল্টেজ। এখন ঐ ভোল্টেজকে অন্যান্য টিউবের H. T. সাইডে প্রয়োজন অনুযায়ী ভাগ করে দেওয়াই হল ভোল্টেজ ডিভাইডারের ( Voltage Divider ) কাজ—এক কথায় পাওয়ার-সাপ্লাইয়ের শেষ কাজ।

ভোল্টেজ ডিভাইডার হচ্ছে কয়েকটি রেজিস্ট্যান্সের সমন্বয় মাত্র। একটি বড় রেজিস্ট্যান্সের গায়ে কতকগুলি ক্যাম্প লাগিয়ে ভোল্টেজ সরবরাহের ব্যবস্থা করা যায়। আবার, সার্কিটের বিভিন্ন স্থানের প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ,—কতকগুলি পৃথক পৃথক রেজিস্ট্যান্সকে সিরিজ ভাবে লাগিয়ে—সরবরাহের ব্যবস্থা করা হয়। বেশীর ভাগ গ্রাহকযন্ত্রেই শেষোক্ত ব্যবস্থাটি অবলম্বন করা হয়।

উভয় ক্ষেত্রেই রেজিস্ট্যান্সের পরিমাপ নির্ণয়ের জন্য ওম সূত্রের সাহায্য নেওয়া হয়। তবে দ্বিতীয় ব্যবস্থায় সার্কিট নির্ণয়ের সময়ে প্রত্যেকটি রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট গন্বন্ধে খুব সচেতন থাকতে হয়, কারণ, ১৪৫নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, কোন একটি স্থানের প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ ১০০ ভোল্ট ও মিলিএম্‌পিটারের সাহায্যে ১০ মিলি-এম্‌পিয়ার কারেন্টকে দেখান হয়েছে। এইরূপ ক্ষেত্রে প্রথমেই আমরা  $R_1$  এর পরিমাণ নির্ণয় করতে যাব। কিন্তু  $R_1$  এর মধ্য দিয়ে কত কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে তাত আমাদের জানা নাই—খালি এই পর্যন্ত বলা যায় যে, ১০০ ভোল্ট সার্কিটের কারেন্ট হচ্ছে ১০ মিলি-এম্‌পিয়ার। কিন্তু চিত্রে তীর-চিহ্নের দ্বারা দেখান হয়েছে যে  $R_2$  রেজিস্ট্যান্সের মধ্য



দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ  $R_1$  এর চেয়ে বেশী। অর্থাৎ  $R_2$  এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট যোগ  $R_1$  কারেন্ট ( $R_2$  কারেন্ট =  $R_2 + R_1$  কারেন্ট)।



১৪৫নং চিত্র।

তাহলে প্রথমেই আমাদের  $R_2$  রেজিস্ট্যান্সের পরিমাপ নির্ণয় করতে হবে, যার কাজই হচ্ছে, রেক্টিফায়ার কারেন্ট সার্কিটকে সম্পূর্ণ করা। আর সব সময়ই সার্কিট সম্পূর্ণ করে রাখার মানেই হচ্ছে, অতিরিক্ত ভোল্টেজ থেকে সার্কিটকে রক্ষা করা। কারণ, আমরা জানি, ইনডাইরেক্টলি-হিটেড টাইপ টিউব যুক্ত সার্কিটে কাজ আরম্ভ হতে কিছুক্ষণ সময়

নেয়। সুইচ-অন করবার সঙ্গে সঙ্গেই সার্কিটের মধ্য দিয়ে ডি.সি কারেন্ট প্রবাহিত হয় না।

মোটের উপর এর অর্থ হচ্ছে, যদি রেক্টিফায়ার সার্কিট সম্পূর্ণ না থাকে, তবে হাই-ভোল্টেজ সেকেন্ডারী সামান্য মাত্রায় ভোল্টেজ সরবরাহ করবে এবং ট্রান্সফরমারের ধর্মই হচ্ছে. আউট-পুট কারেন্ট কমবার সঙ্গে সঙ্গে ভোল্টেজের বৃদ্ধি ঘটান; ফলে, ভোল্টেজ এত উচ্চ মাত্রায় এসে পড়ে যে ফিলটার বা বাই-পাস কনডেন্সার ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে পড়ে।

অবশ্য রেজিস্ট্যান্স ধারাবাহিক ভাবে কারেন্ট প্রবাহের সহায়তা করবে, যদি তার পরিমাণ খুব বেশী না, হয়। সাধারণতঃ ১০ থেকে ২৫ মি:এ: কারেন্টই যোগ্য বলে

বিবেচিত হয়। একেই বলা হয় রেকটিফায়ারের ব্লিডিং কারেন্ট ( Bleeding the Rectifier )।

এখন দেখা যাক  $R_2$  রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ কত হয়। যদি ১০ মিঃএঃ কারেন্টকে ব্লিডার কারেন্ট হিসাবে ধরা হয় আর রেজিস্ট্যান্সের অ্যাক্রসে পোটেনশিয়াল ভোল্টেজ ১০০ ভোল্ট হয়, তাহলে  $R_2$  এর পরিমাণ হবে—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{100}{.01} = 10,000 \text{ ওম্‌স্‌}$$

পুনরায়  $R_2$  এর সহন-শক্তির ( watts ) হিসাব করতে গেলে ওয়াটের দ্বিতীয় সূত্র অর্থাৎ কারেন্টের বর্গকে রেজিস্ট্যান্স দিয়ে গুণ করতে হবে।

$$W = I^2 \times R = .01 \times .01 \times 10,000 = 1 \text{ ওয়াট}।$$

পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী \* চতুর্গুণ করলে হয় ৪ ওয়াট। কিন্তু ৪ ওয়াটের কোন রেজিস্ট্যান্স না হওয়ায় ৫ ওয়াটকেই নির্দিষ্ট করা হয়। কারণ সাধারণ কমারশিয়েল ভ্যালু হচ্ছে ৫ ওয়াট।

তাহলে ১৪৫নং চিত্রে অঙ্কিত (x) এর পরিমাণ যখন পেলাম তখন অনায়াসে  $R_1$  এর পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এই রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে ২০০ ভোল্ট সার্কিটের জন্ম প্রবাহিত হচ্ছে ১০ মিঃএঃ যোগ ব্লিডার কারেন্ট ( ১০ মিঃএঃ ), তাহলে ( y ) এর কারেন্ট হবে (১০ মিঃএঃ + ১০ মিঃএঃ) ২০ মিঃএঃ।

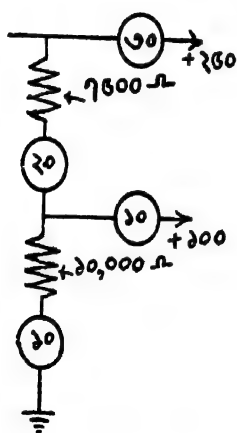
\* পূর্বেই বলেছি রেজিস্ট্যান্সকে অতিরিক্ত উত্তাপের হাত থেকে রক্ষা করার জন্ম তার ম্যাকসিমাম ওয়াটের দ্বিগুণ থেকে চতুর্গুণ ওয়াটকেই ব্যবহার করতে হয়। তাই থিওরী অনুযায়ী এখানে চতুর্গুণ করা হলেও প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটে দ্বিগুণ ওয়াটই সর্বজন সন্মত।

একগে  $R_1$  রেজিস্ট্যান্সের অ্যাক্রসে ভোল্টেজ-ড্রপ যদি  $২৫০-১০০=১৫০$  ভোল্ট হয়, তাহলে  $R_1$  এর পরিমাণ হবে—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{১৫০}{.০২} = ৭,৫০০ \text{ ওম্‌স্‌}$$

$R_1$  এর ওয়াট হবে—

$$W = E \times I = ১৫০ \times .০২ = ৩ \times ৪ = ১২ \text{ ওয়াট।}$$



১৪৬নং চিত্র।

কিন্তু অত্ববিধা এই যে, ১২ ওয়াটের কোন রেজিস্ট্যান্স হয় না, সাধারণ ১০ ওয়াটের পরই ২০ ওয়াট হয়ে থাকে। তাই এর মধ্যে যে কোন একটি বেছে নিতে হয়। প্রথমটি কাজ খুব ভাল দেয়, কিন্তু সামান্য গরম হয়ে ওঠে। দ্বিতীয়টি একেবারেই গরম হয় না, কিন্তু মূল্য হিসাবে বেশী। তাই প্রথমটি নির্দিষ্ট করাই ঠিক।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, চিত্রে চিহ্নিত ২৫০ ভোল্ট সার্কিটের জন্ম ৩০ মিলি-এম্পিয়ার কারেন্ট, ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে না। সেই জন্ম ওর কোন ব্যবহার করলাম না।

## Test Questions

1. Define rectification.
2. Describe the operation of half-wave rectification.
3. Explain and show by diagram, how a double-diode tube may be connected to form a full-wave rectifier circuit.
4. When practically all the electrons emitted by the cathode of a tube are attracted by the plate, can more plate current still be obtained by increasing the plate voltage?
5. What do you understand by the word "Saturation point"?
6. Name the four principal parts of a power supply stage and describe, with the aid of a block diagram, the function of each.
7. What is the name given to the plate voltage and filament voltage of a tube?
8. In place of electrolytic, what type of condenser are used in a D/C receiver?
9. For what purpose is a filter device used in a power supply, what does this filter consist of?
10. Explain, why the condenser  $C_1$  in a filter shown in fig. 144, is called upon to withstand the highest voltage?
11. What is the purpose of the voltage divider when used in connection with the power supply of a receiver?

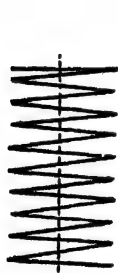
## অষ্টম অধ্যায়

# ডিটেকশন

( Detection )

পূর্বের ডিটেকশন সম্বন্ধে কিছুটা আলোচনা করা হয়েছে, তবে এখন বিশদ ভাবে বর্ণনা করা হবে। প্রথমেই দেখা যাক রেডিও ওয়েভসের ডিটেকশন বলতে কি বুঝি ?

পূর্বেরই ( পৃঃ—১৬৫ ) বলা হয়েছে যে যখন গান, বাজনা আবৃত্তি প্রভৃতি শব্দ-তরঙ্গকে রেডিও ট্রান্সমিটিং স্টেশন ( প্রেরক



অমিশ্রিত রেডিও ওয়েভ্‌স্

১৪৭নং চিত্র



অডিও ওয়েভ্‌স্

১৪৮নং চিত্র



অডিও মিশ্রিত রেডিও ওয়েভ্‌স্

১৪৯নং চিত্র

যন্ত্র ) থেকে ট্রান্সমিট ( প্রেরণ ) করা হয়, তখন তার এরিয়াল থেকে একপ্রকার রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ওয়েভস বা ক্যারিয়ার ওয়েভস্ চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে, যার গ্র্যাম্‌প্লিচ্যাড অডিও-ফ্রিকোয়েন্সির স্পন্দন অনুযায়ী উঠা নামা করে অর্থাৎ অডিও-

ওয়েভসকে রেডিও-ওয়েভসের সাথে মিশ্রিত করে রাখা হয়। ১৪৭, ১৪৮ ও ১৪৯নং চিত্রে রেডিও ওয়েভসের মিশ্রিত ও অমিশ্রিত উভয় চিত্রই দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ১৪৭নং চিত্র হচ্ছে রেডিও-ওয়েভস্, ১৪৮নং চিত্র অডিও-ওয়েভস্ ; যাকে রেডিও-ওয়েভসের সাথে মিশ্রিত করা হয়, এবং ১৪৯নং চিত্র অডিও মিশ্রিত রেডিও ওয়েভসেরই রূপ।

আমরা জানি, গ্রাহক যন্ত্রে ( রিসিভার ) রিপ্ৰোডিউসারের ( লাউডস্পিকার ) জঘ্য কেবলমাত্র অডিও-ওয়েভস্কেই দরকার। তাই মিশ্রিত রেডিও ওয়েভস্ থেকে অডিও ওয়েভস্কে আলাদা বা ডি-মডিউলেট করা হয়। এইরূপ ডি-মডিউলেশন প্রণালীকে বলা হয় ডিটেকশন। আর গ্রাহক যন্ত্রের যে অংশ বা ষ্টেজ্ এইরূপ আলাদা করার বা ডি-মডিউলেশনের কাজ করে তাকে বলা হয় ডি-মডিউলেটর বা ডিটেক্টর ষ্টেজ্।

**ডিটেক্টরের শ্রেণী বিভাগ**—ডিটেক্টর ষ্টেজ্ বা সার্কিট সাধারণতঃ তিন প্রকারের হয়ে থাকে। যেমন—

১। ডায়োড-ডিটেক্টর

২। গ্রিড-লিক্ ডিটেক্টর

৩। গ্রিড-বায়্যাস ডিটেক্টর

ডায়োড ডিটেকশন সম্বন্ধে পূর্বে ( পৃঃ—১৬৬ ) আলোচনা করা হয়েছে। তাই তার পুনরুল্লেখ না করে এখন কেবল গ্রিড-লিক্-ডিটেক্টর আর গ্রিড-বায়্যাস ডিটেক্টরের আলোচনা করা হবে।

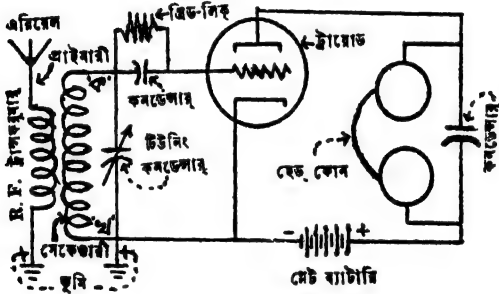
**গ্রিড-লিক্-ডিটেকটর** —বর্তমানে অধিকাংশ গ্রাহক যন্ত্রে ট্রায়োড ভ্যাকুয়াম টিউবের সাহায্যে যে ডিটেক্টর সার্কিট নির্মাণ করা হয় তাকেই বলে গ্রিড-লিক্-ডিটেক্টর। গ্রিড-বায়্যাস ডিটেক্টরের চেয়ে গ্রিড-লিক্-ডিটেক্টর খুব সেনসিটিভ

অর্থাৎ মিশ্রিত রেডিও ওয়েভস্ থেকে অত্যন্ত দুর্বল অডিও-ওয়েভস্কে নিখুঁত ভাবে পৃথক করতে পারে। পরে আবার ঐ দুর্বল অডিও ওয়েভস্কে এ্যামপ্লিফাই করে শ্রবণোপযোগী করে তোলে। তাহলে দেখা যাচ্ছে, গ্রিড্-লিক্-ডিটেক্টর একাধারে ডিটেকশন ও এ্যামপ্লিফিকেশন উভয় কাজই করে। এতো গেল গ্রিড্-লিক্-ডিটেক্টরের সুবিধা প্রভৃতির কথা। অপর পক্ষে ইহার অসুবিধা প্রভৃতিও কিছুটা আছে, যেমন এই সার্কিট খুব বেশী সিগ্‌ন্যাল নিয়ে কাজ করতে পারে না এবং অস্বাভাব্য ডিটেক্টরের চেয়ে এর ডিস্টর্শন একটু বেশী হয়।

১৫০নং চিত্রে একটি গ্রিড্-লিক্-ডিটেক্টর সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে যদিও গ্রিড সিগ্‌ন্যালকে এরিয়াল থেকে নেওয়া হয়েছে, কিন্তু গ্রিডের সিগ্‌ন্যালকে আগের কোনও রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি স্টেজ্ থেকেও নেওয়া চলে। আর প্লেট্ সার্কিটে অঙ্কিত হেড-ফোনের পরিবর্তে কোনও অডিও এ্যামপ্লিফায়ারে যুক্ত করা চলে, তবে এক্ষেত্রে কেবল ডিটেকশনই আমাদের আলোচ্য বিষয় বলেই এই সহজ সার্কিটকে অঙ্কন করা হয়েছে।

গ্রিড্-লিক্-ডিটেকটরকে একেবারে ডায়োড ডিটেক্টর ও অডিও এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ধরা যেতে পারে। কারণ, ইহা প্রথমেই মিশ্রিত রেডিও ফ্রিকোয়েন্সিকে রেকটিফাই করে ও পরে ডিটেকশনের ফলে যে পালস্ ভোল্টেজ হয় তাকে এ্যামপ্লিফাই করে। যখন ১৪৯নং চিত্রের অডিও মিশ্রিত রেডিও ওয়েভস্ ১৫০নং চিত্রের এরিয়ালে এসে উপস্থিত হয় তখন প্রথমেই সার্কিটের “ক” ও “খ” চিহ্নিত স্থানে অর্থাৎ রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী কয়েল এবং টিউনিং কন্ডেন্সারের দুইপ্রান্তে এসে উপস্থিত হয়, ফলে সিগ্‌ন্যালের

প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড, ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ চার্জ যুক্ত হয় ও এক্ষণে ডায়োড ডিটেক্টরের প্লেটের স্থায় কাজ করে। কারণ, এই ট্রায়োড টিউবের গ্রিড পজিটিভ চার্জ যুক্ত হওয়ায় ক্যাথোড থেকে ইলেক. ট্রেনগুলিকে আকর্ষণ করে গ্রিড-ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্টের সৃষ্টি করে। ফলে কনডেন্সারটি চার্জড হয়ে উঠে এবং কনডেন্সারের ডান পার্শ্বস্থ প্লেট হয় নেগেটিভ ও বাম পার্শ্বস্থ প্লেট হয় পজিটিভ চার্জ যুক্ত, কারণ ইলেকট্রন প্রথমেই



১৫০নং চিত্র—গ্রিড-লিক ডিটেক্টর সার্কিট।

গ্রিড থেকে কনডেন্সারের ডান পার্শ্বস্থ প্লেটের দিকে প্রবাহিত এবং বাম পার্শ্বস্থ প্লেট দিয়ে দূরে চলে যায়। এইরূপ কনডেন্সারের ডিসচার্জকালীন সময় (\* রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে) একটু বেশী; কারণ, রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ অত্যন্ত বেশী হয়ে থাকে। সাধারণতঃ (প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটে) ২৫০,০০০ ওমস্ থেকে ৫ মেগ. ওমস্ (৫০০০,০০০ ওমস্)।

আবার রেডিও গুয়েভসের প্রতিটি নেগেটিভ অন্টার-নেশনে ১৫০নং চিত্রের “ক” বিন্দু, “খ” বিন্দুর তুলনায়

\* সার্কিটের এই রেজিষ্ট্যান্সকে বলা হয় গ্রিড লিক রেজিষ্ট্যান্স।



নেগেটিভ ধর্মী হয়। আগের পজিটিভ অন্টারনেশনে কনডেন্সার সম্পূর্ণ ডিসচার্জের সময় না পাওয়ায়, নেগেটিভ অন্টারনেশনের ভোল্টেজ্ সিগন্যাল ভোল্টেজের সাথে যুক্ত হয়, ফলে গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। তবে বৃদ্ধির মাত্রা এমন কোন পর্যায়ে এসে পৌঁছায় না যার ফলে প্লেট কারেন্ট সম্পূর্ণ বন্ধ হয়ে যায়। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, যখনই দুইটি একধর্মী ভোল্টেজ সিরিজে থেকে পরস্পরে যুক্ত হয়, তখনই গ্রিডের ভোল্টেজ উচ্চ নেগেটিভ ধর্মী হয়।

১৫১নং চিত্র লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। চিত্রে গ্রিড কারেন্টকে পাল্সের আয় দেখান হয়েছে কারণ, রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনেই গ্রিড-



১৫১নং চিত্র—গ্রিড-লিক ডিটেকশনে গ্রিডের পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড কারেন্টের আকৃতি।

ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয় ও কনডেন্সারটি চার্জ হয়ে উঠে। কিন্তু প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে কনডেন্সারটি সম্পূর্ণ ডিসচার্জ হয় না। সুতরাং রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে ১৫০নং চিত্রের 'ক' বিন্দু "খ" বিন্দুর তুলনায় পজিটিভ হয় এবং গ্রিড ভোল্টেজের পরিমাণ হয়—কনডেন্সারের অবশিষ্ট চার্জ-ভোল্টেজ ও সিগন্যাল-ভোল্টেজের বিয়োগ ফলের সমান; কারণ, এক্ষেত্রে কনডেন্সারের ডান পার্শ্বস্থ প্লেট হয় নেগেটিভ। আমরা জানি যে, যখনই দুইটি বিপরীত ধর্মী (opposite polarity) ভোল্টেজ সিরিজে সংযুক্ত হয় তখন তাদের মোট ভোল্টেজ হয়, ঐ দুই

ভোল্টেজের বিয়োগ ফলের সমান এবং এক ধর্মী ( Same Polarity ) ভোল্টেজ সিরিজে থাকলে তাদের মোট ভোল্টেজ হয় উভয়ের যোগফলের সমান।

তাই ঐ ১৫০নং চিত্রে অঙ্কিত ডিটেক্টর টিউবের ক্যাথোড ও গ্রিডের সাথে আর-এফ ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী কয়েল ও কন্ডেন্সারটি সিরিজ ভাবে যুক্ত থাকার ফলে, গ্রিড-ক্যাথোড সার্কিটের ভোল্টেজ হচ্ছে—প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে আর. এফ. ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীতে প্রেরিত রেডিও সিগন্যাল ভোল্টেজ ও কন্ডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজের বিয়োগ ফলের সমান এবং প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড ভোল্টেজ হচ্ছে উভয় ভোল্টেজের যোগফলের সমান।



গ্রিড ভোল্টেজ

১৫২নং চিত্র—গ্রিড লিক ডিটেকশনে গ্রিডের পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড-ভোল্টেজের আকৃতি।

এইবার ১৫২নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, কন্ডেন্সারের এইরূপ কার্যকারিতা সত্ত্বেও গ্রিড ভোল্টেজ এখনও অন্টারনেশিং কারেন্টের স্থায় আছে। তবে পজিটিভ অন্টারনেশন নেগেটিভ অন্টারনেশনের চেয়ে গ্র্যামপ্লিটিউডে ছোট।

এখানে একটি কথা বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে যে, যদিও কন্ডেন্সারটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি অল্পাধিকারী সম্পূর্ণ ভাবে ডিসচার্জ হতে পায়না, তাহলেও রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির গ্র্যামপ্লিটিউডের

অডিও-ফ্রিকোয়েন্সি ভেরিয়েশনকে ( Audio Frequency Variation in Amplitude of the R. F. Signal ) প্রবাহের জন্য সম্পূর্ণ পথ দেয়। তাই গ্রিড-ভোল্টেজ তখনও পর্যাপ্ত রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সিগ্‌নালের মডিউলেশন ফ্রিকোয়েন্সির এ্যামপ্লিটিউডে ওঠা নামা করে।

ট্রায়োড টিউবের গ্রিড-ভোল্টেজ যখন প্লেট কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণের কাজ করে তখন একথা বলা চলে যে, এইরূপ গ্রিড-ভোল্টেজের (চিত্রের স্থায়) নেগেটিভ অল্টারনেশনে প্লেট-কারেন্ট কমে যায় এবং পজিটিভ অল্টারনেশনে প্লেট-কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। এক কথায় এইরূপ গ্রিড-ভোল্টেজের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে প্লেট কারেন্টের আকৃতি হয় ১৫৩নং চিত্রে অঙ্কিত চিত্রের স্থায়। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে,



১৫৩নং চিত্র—গ্রিড-লিক ডিটেকশনে প্লেট-কারেন্টের আকৃতি।

প্লেট-কারেন্টের ভেরিয়েশন এরিয়াল থেকে পাওয়া রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির অনুরূপ এবং তখন পর্যাপ্তও এ্যামপ্লিটিউড মডিউলেশন ভেরিয়েশন ঠিক ভাবেই আছে।

প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের ফলে কারেন্ট প্রথমেই প্লেট ব্যাটারীর ( ১৫০নং চিত্র ) পজিটিভ দিক থেকে আরম্ভ করে হেডফোনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে টিউব মারফৎ ব্যাটারীর নেগেটিভে ফিরে আসে। কিন্তু এক্ষেত্রে হেডফোনের রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ অভ্যন্তরীণ উচ্চ হওয়ায়, কারেন্ট প্রবাহের সময়ে তার অ্যাক্রশে ( দু প্রান্তে )

একটি কন্ডেন্সার থাকায়, কন্ডেন্সারটি চার্জ যুক্ত হয়ে ওঠে। প্লেট-সার্কিটের কারেন্ট যখন বৃদ্ধি পায় তখন কন্ডেন্সারটি চার্জ হয় আবার কারেন্ট যখন হ্রাস পায় তখন হেডফোনের মধ্য দিয়ে ডিস্চার্জ হওয়ার ফলে হেডফোনের অ্যাক্সনের ভোল্টেজ ১৫৪নং চিত্রের আকৃতি ধারণ করে। হেডফোনের রেজিস্ট্যান্স বেশী হওয়ায় এই কন্ডেন্সারটি রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি ভেরিয়েশনকে ( রেডিও ওয়েভসকে ) পথ দেয় না। কিন্তু ঐ রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ এত বেশী রাখা হয় না যার ফলে অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিটিউড ভেরিয়েশন, ( অডিও ওয়েভ ) কন্ডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহের পথে বাধা পায়। সুতরাং এই কন্ডেন্সারটি রেডিও ওয়েভসকে ( বা ক্যারিয়ার ওয়েভসকে ) বাধা দিয়ে অডিও-ওয়েভসকে ( সাউণ্ড ওয়েভসকে )



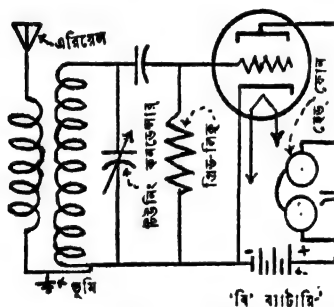
১৫৪নং চিত্র - গ্রিড-লিক ডিটেকশনে প্লেট-ক্যাথোড সার্কিটে সংযুক্ত হেডফোনের দুই প্রান্তের ভোল্টেজ।

ফিল্টার করে দেয়। যে সকল গ্রাহক যন্ত্রে ( রিসিভারে ) অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ারের ব্যবস্থা থাকে, তার আগে এইরূপ ডিটেকশন সার্কিট ব্যবহার করা হয়। তবে সেক্ষেত্রে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ক্লাকচুয়েশনকে সম্পূর্ণ ভাবে নষ্ট করার জন্য আলাদা ফিল্টারের ব্যবস্থা থাকে।

আর একপ্রকার গ্রিড-লিক ডিটেক্টর আছে, তাকে বলা হয় শার্ট-গ্রিড-লিক। এইরূপ ডিটেকশন সার্কিটের গ্রিড-লিক রেজিস্ট্যান্সকে ডিটেক্টর টিউবের গ্রিড ও ক্যাথোড

প্রাপ্তে যুক্ত করা হয়। তবে এইরূপ ডিটেক্টরের কার্যকারিতা পূর্বের বর্ণিত ডিটেক্টরের অনুরূপ।

১৫৫নং চিত্রে শান্ট-গ্রিড-লিককে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, পূর্বের গ্রায় রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে চিত্রে অঙ্কিত সেকেন্ডারী কয়েলের উপরদিক ভূমির তুলনায় হয় পজিটিভ; ফলে গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ চার্জযুক্ত হওয়ায় বিদ্যোহী ইলেকট্রনগুলিকে আকর্ষণ করে ও গ্রিড সার্কিটে কারেন্টের সৃষ্টি করে। এইভাবে কারেন্ট সৃষ্টির



১৫৫নং চিত্র - শান্ট-গ্রিড-লিক ডিটেক্টর সার্কিট।

ফলে গ্রিড সার্কিটে ব্যবহৃত কনডেন্সারটি চার্জ হয়ে ওঠে, ফলে কনডেন্সারের ডানপাশ্বর্ষ প্লেট হয় নেগেটিভ ও বাম পাশ্বর্ষ প্লেট হয় পজিটিভ চার্জযুক্ত। আবার কিছু পরিমাণ ইলেকট্রন চিত্রের ভূমির দিক থেকে গ্রিড-লিকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে কনডেন্সারটি চার্জ করার কাজে সাহায্য করে। তবে এক্ষেত্রে গ্রিড-লিক-রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ, টিউবের মধ্যস্থিত গ্রিড-ক্যাথোড রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ অপেক্ষা অত্যন্ত বেশী হওয়ায় পজিটিভ অন্টারনেশনে

হাই-রেজিষ্ট্যান্সের ( গ্রিড-লিকের ) মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ঐ অতি অল্প পরিমাণ ইলেকট্রন বিশেষ কোন কাজে আসে না।

প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে সেকেশ্বরী কয়েলের উপরদিক ভূমির দিকের তুলনায় নেগেটিভ হওয়ায় কনডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজের সাথে একধর্মী হয়। ফলে, সেকেশ্বরীর অ্যাক্রশের সিগন্যাল ভোল্টেজ, কনডেন্সার ও গ্রিড-লিক রেজিষ্ট্যান্সের সাথে সিরিজ হওয়ায় কনডেন্সারটি গ্রিড-লিক রেজিষ্ট্যান্স ও আর, এফ, ট্রান্সফরমারের সেকেশ্বরীর মধ্য দিয়ে ডিস্চার্জ হতে আরম্ভ করে, তাই সেকেশ্বরীর অ্যাক্রশের ভোল্টেজ, ইলেকট্রন প্রবাহের সাথে যুক্ত হয়। কনডেন্সারের এই ডিস্চার্জ কালে গ্রিড-লিক রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে এক প্রকার ভোল্টেজ সৃষ্টি হয় যা সিগন্যাল ভোল্টেজ ( সেকেশ্বরীর অ্যাক্রশের ভোল্টেজ ) ও কনডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজের যোগ ফলের সমান। আর যেহেতু রেজিষ্ট্যান্সটি টিউবের গ্রিড ও ক্যাথোডের সাথে আড়া আড়ি ভাবে যুক্ত, সেই হেতু রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশের ভোল্টেজই হবে টিউবের গ্রিডে প্রেরিত গ্রিড-ভোল্টেজ।

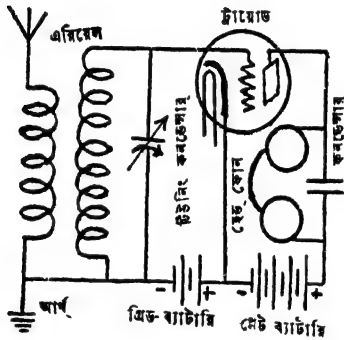
তাহলে এখানে শান্ট-গ্রিড-লিক ডিটেক্টরকে, পূর্বে বর্ণিত গ্রিড-লিক ডিটেক্টরের সাথে ভাল ভাবে তুলনা করলে দেখতে পাব, উভয়ের কার্যকারিতায় সম্পূর্ণ মিল আছে, প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড ভোল্টেজের পরিমাণ হয়, আগের পজিটিভ অন্টারনেশন দ্বারা চার্জযুক্ত কনডেন্সারের চার্জ-ভোল্টেজ ও আর, এফ, ট্রান্সফরমারের সেকেশ্বরীর অ্যাক্রশের সিগন্যাল ভোল্টেজের বিয়োগ ফলের সমান। প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড ভোল্টেজের পরিমাণ

হয়, কনডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজ ও ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীর আক্রেশের সিগন্যাল ভোল্টেজের যোগফলের সমান। আর পূর্বের জায় এখানেও প্লেট কারেন্টের অবস্থা ১৫০নং চিত্রের জায় হয়। ফলে হেডফোন সার্কিটের কার্যকারিতা পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী হয় অর্থাৎ শার্ট গ্রিড লিক ডিটেক্টর ও গ্রিড-লিক ডিটেক্টরের সার্কিট ব্যবস্থায় পার্থক্য সত্ত্বেও উভয়ের কার্যকারিতা সমান।

**গ্রিড-বায়্যাস-ডিটেক্টর**—আধুনিক গ্রাহক যন্ত্রে ডায়োডের ব্যবহার গভীর ভাবে প্রভাব বিস্তার করার পূর্বেই অধিকাংশ ব্রডকাসটিং রিসিভারে প্লেট ডিটেকশন বা গ্রিড-বায়্যাস ডিটেকশনকে প্রয়োগ করা হয়েছিল। এইরূপ ডিটেকশনে সুবিধা হচ্ছে এই যে, এর দ্বারা এক দিকে যেমন খুব বেশী সিগন্যাল নিয়ে কাজ করা যায়, অপরদিকে তেমনি ডিটেকশন ছাড়াও সিগন্যালকে এ্যামপ্লিফাই করে। এইরূপ ডিটেক্টরের গ্রিড সার্কিটে ডি-মডিউলেশন প্রণালী গ্রহণ করা হয় না। কেবল প্লেট সার্কিটের প্লেট-কারেন্টের বিশেষ গুণের ফলেই সিগন্যাল ডি-মডিউলেট হয়ে হারফ-সাইক্ল নষ্ট হয়ে যায়; তাই এইরূপ ডিটেকশনকে বলা হয় “প্লেট ডিটেকশন”। আবার প্লেট ডিটেকশনের আর একটি নাম “গ্রিড-বায়্যাস-ডিটেকশন”। কারণ, এইরূপ ডিটেকশনের গ্রিডে খুব উচ্চ নেগেটিভ বায়্যাস ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় এবং এই বায়্যাস ভোল্টেজকে গ্রহণ করা হয় যথাক্রমে “ক্যাথোড-বায়্যাস-রেজিস্টর”, “সি ব্যাটারী” অথবা “ব্লিডার-ট্যাপ” থেকে।

১৫৬নং চিত্রে গ্রিড-বায়্যাস ডিটেক্টর সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব একটি সি ব্যাটারী

বা গ্রিড-ব্যাটারীকে গ্রিড সার্কিটে ব্যবহার করা হয়েছে এবং এই ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্তকে টিউবের ক্যাথোডের সাথে ও ব্যাটারীর নেগেটিভ প্রান্তকে আর এফ, ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী মারফত টিউবের গ্রিডে যুক্ত করা হয়েছে। ফলে, গ্রিড সকল সময়ই ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ পোটেন-শিয়ালে থাকে। তবে এক্ষেত্রে ব্যাটারীর ভোল্টেজকে এমন ভাবে নির্দিষ্ট করা হয় যাতে গ্রিড উচ্চ নেগেটিভ ভোল্টেজে থাকা সত্ত্বেও প্লেট সার্কিটে খুব অল্প পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত



১৫৬নং চিত্র—গ্রিড-বায়াস সার্কিট। সি-ব্যাটারী বা গ্রিড ব্যাটারী থেকে বায়্যাসের ব্যবস্থা করা হয়েছে।

হয়—সাধারণতঃ আর, এফ, ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীর অ্যাক্রশে সিগন্যাল না থাকা অবস্থায় প্লেট সার্কিটে প্রবাহিত দুই মিলি-এম্পিয়ার কারেন্টই নির্দিষ্ট (কমন ভ্যালু) বলে গণ্য করা হয়।

এরিয়ালের সাহায্যে রেডিও সিগন্যালকে গ্রহণ করার পরই আর, এফ, ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার ফলে ট্রান্সফরমারের সেকেন-



শারীতে ভোল্টেজ ইনডিউস (induce) করে। সেকেন্ডারীর এই ইনডিউসড ভোল্টেজ, সার্কিটে ব্যবহৃত গ্রিড ব্যাটারীর ভোল্টেজের সাথে সিরিজে যুক্ত হয়। রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে ব্যাটারীর পোলারিটি, সিগন্যাল ভোল্টেজের বিপরীত-ধর্মী হয়, ফলে নেগেটিভ ভোল্টেজ হ্রাস পেয়ে গ্রিড হয় কম নেগেটিভ চার্জযুক্ত এবং রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে ব্যাটারীর পোলারিটি হয় একধর্মী, ফলে উভয়ে যুক্ত হয়ে গিয়ে গ্রিডকে কোরে তোলে উচ্চ নেগেটিভ চার্জযুক্ত।



১৫৭নং চিত্র—গ্রিড-ব্যায়াস ডিটেকশনে গ্রিডে মডিউলেটেড রেডিও সিগন্যালের ফলে গ্রিড ভোল্টেজের আকৃতি।

১৫৭নং চিত্রে অঙ্কিত এই গ্রিড ভোল্টেজকে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব—গ্রিড ভোল্টেজের ভেরিয়েশন মডিউলেটেড রেডিও ওয়েভসের অনুরূপই আছে, কোন পরিবর্তন হয় নাই। তাহলে দেখা যাচ্ছে, গ্রিড সার্কিটে রেডিও সিগন্যালকে ডিটেকশন করা হয় নাই অর্থাৎ ডি-মডিউলেশন প্রণালীকে গ্রিড সার্কিটে গ্রহণ করা হয় নাই। এখন দেখা যাক এই গ্রিড ভেরিয়েশন, টিউবের প্লেট সার্কিটে কি কাজ করে।

রেডিও ওয়েভসের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড কম নেগেটিভ চার্জযুক্ত হওয়ায় বেশী সংখ্যক ইলেকট্রনকে

প্লেটের দিকে প্রবাহের জ্ঞাপন করে দেয় ফলে প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড বেশী নেগেটিভ চার্জযুক্ত হয়ে প্লেট কারেন্টকে কমিয়ে আনে এবং পরে ক্যাথোড থেকে নির্গত ও প্লেটের দিকে প্রবাহিত সমস্ত ইলেক্ট্রনকে বাধা দিয়ে প্লেট কারেন্টকে সম্পূর্ণ বন্ধ করে দেয়।

সম্পূর্ণ ভাবে বন্ধ হওয়ার পূর্বে যখন প্লেট কারেন্ট খুব অল্প ভাবে প্রবাহিত হয়, সেই অবস্থাকে বলা হয় “কার্ট-অফ-পয়েন্ট”। এই কার্ট-অফ-পয়েন্টের পর ভোল্টেজকে যতই বৃদ্ধি করা যাক না কেন, প্লেট কারেন্টের কোন পরিবর্তন হয় না। কারণ, কার্ট-অফ পয়েন্টের পরে গ্রিডকে আরও নেগেটিভ চার্জযুক্ত করলেও প্লেট কারেন্ট প্রবাহহীন (Non-flow) অবস্থায় থাকবে। মনে রাখতে হবে, প্লেট কারেন্টের এইরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয় কেবল মাত্র রেডিও ওয়েভসের প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনের কিছুটা অংশের ফলে (During a small part of each negative alternation)।



১৫৮নং চিত্র—রেডিও ওয়েভসের পজিটিভ অন্টারনেশনে

প্লেট কারেন্টের আকৃতি।

প্লেট কারেন্টের এইরূপ অবস্থাকে ১৫৮নং চিত্রে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, রেডিও ওয়েভসের কেবল পজিটিভ অন্টারনেশনের ফলে প্লেট কারেন্ট পাল্স আকৃতি ধারণ করে। এক কথায় সিগন্যালের ডিটেকশনকে প্লেট সার্কিটেই গ্রহণ করা হয়। যদিও নেগেটিভ অন্টারনেশন সম্পূর্ণ নষ্ট হয়ে যায়, কিন্তু পজিটিভ অন্টারনেশনের গ্র্যাম্পলিটিউড, ডিটেক্টর টিউবের গ্রিডে ব্যবহৃত রেডিও সিগন্যালের ক্যারিয়ার বা মডিউলেশনের গ্র্যাম্পলিটিউড

অনুযায়ী উঠা নামা করে, অর্থাৎ পালসেটিং প্লেট কারেন্ট রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির এ্যাম্প্লিটিউডের অডিও ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী উঠা নামা করে। প্লেট কারেন্টের এইরূপ অবস্থার কলে হেডফোনের অ্যাক্রশে সংযুক্ত কনডেন্সারটি প্লেট কারেন্টের প্রতিটি পজিটিভ পালসে চার্জযুক্ত হয়ে উঠে। কিন্তু হেডফোনের আভ্যন্তরীন রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ খুব বেশী হওয়ায় প্রতিটি পালসে কনডেন্সারটি সম্পূর্ণ ডিসচার্জ হতে পারে না। তবে এই রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ এমন ভাবে ঠিক করা হয় যাতে কনডেন্সারটি মডিউলেশন ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী (Modulation Frequency Rate) ডিসচার্জ হতে পারে। ফলে কনডেন্সারের অ্যাক্রশের ভোল্টেজের

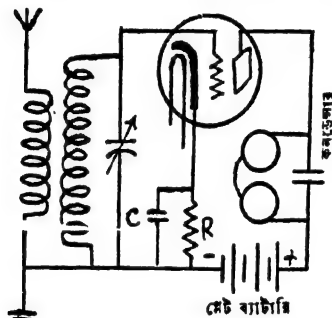


১৫৯নং চিত্র - গ্রিড-বায়্যাস ডিটেক্টরের আউট-পুটে অডিও ওয়েভসের আকৃতি।

আকৃতি ১৫৯নং চিত্রের স্থায়ী রূপ ধারণ করে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, এক্ষণে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির সমস্ত পালস নষ্ট হয়ে গিয়ে মডিউলেশন ফ্রিকোয়েন্সির এ্যাম্প্লিটিউডের অডিও ফ্রিকোয়েন্সিই কেবল বর্তমান। তবে প্রাকটিক্যাল সার্কিটের যেখানে ডিটেকশনের পর অডিও ফ্রিকোয়েন্সিকে এ্যাম্পলিফাই করার জন্য অডিও এ্যাম্পলিফায়ার ব্যবহার করা হয়, সেখানে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি কম্পোনেন্টকে সম্পূর্ণ ভাবে নষ্ট করার জন্য আলাদা ফিলটারের ব্যবস্থা করা হয়।

প্লেট ডিটেক্টর বা গ্রিড বায়্যাস ডিটেক্টরের গ্রিড সার্কিটে

সব সময় “সি” ব্যাটারীকে ব্যবহার করা সম্ভব নয়, কারণ মাঝে মাঝে একে পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়ে পড়ে। তাই গ্রিড বায়্যাস ভোল্টেজ সরবরাহের জন্য ১৬০নং চিত্রের ন্যায় একটি রেজিস্ট্যান্স R ও একটি কনডেন্সার কে ক্যাথোড সার্কিটে সংযুক্ত করা হয়। চিত্রের প্লেট কারেন্টকে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, ইলেকট্রন প্রথমে প্লেট ব্যাটারীর নেগেটিভ প্রান্ত থেকে আরম্ভ করে রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে ক্যাথোডের দিকে প্রবাহিত হয় ও



১৬০নং চিত্র—গ্রিড-বায়্যাস সার্কিট। এখানে ক্যাথোড রেজিষ্ট্যান্সকে (R) বায়্যাস হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

পরে প্লেটের দিকে প্রবাহিত হয়ে হেডফোন মারফত ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্তে এসে উপস্থিত হয়। এই প্লেট কারেন্ট যখন R এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন R এর অ্যাক্রশে ভোল্টেজ সৃষ্টি করে। এই ভোল্টেজের ফলে R এর ক্যাথোড প্রান্তের বিন্দু ব্যাটারী প্রান্তের বিন্দুর তুলনায় হয় পজিটিভ। তাহলে এই Rকে আমরা ১৫৬নং চিত্রে ব্যবহৃত গ্রিড ব্যাটারীর ন্যায় গ্রিড বায়্যাস সোর্স হিসাবে ধরে নিতে পারি, কারণ, দুইটি চিত্রকে

( ১৫৬ ও ১৬০নং ) তুলনা করলে দেখতে পাব, উভয় ক্ষেত্রেই টিউবের ক্যাথোড ও গ্রিডের মধ্যে ব্যাটারী বা রেজিষ্ট্যান্স R, আর-এক ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীর সাথে সিরিজ ভাবে যুক্ত আছে।

প্লেট ডিটেক্টরকে ভালভাবে কাজ করাতে হলে টিউবের গ্রিড বায়্যাস্ ভোল্টেজের পরিমাণ এমন হওয়া দরকার যে, সার্কিটে কোনরূপ সিগন্যাল না থাকা অবস্থায় প্লেট কারেন্টের পরিমাণ হবে অল্প। আবার প্লেট কারেন্টকে যেমন অল্প পরিমাণে রাখা হয় সেইরূপ গ্রিডের প্রয়োজনীয় বায়্যাস্ ভোল্টেজকে ঠিক রাখবার জন্য ক্যাথোডের রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ হয় অত্যন্ত বেশী—সাধারণতঃ ১০,০০০ থেকে ২০,০০০ ওম্‌স্।

সার্কিটে সিগন্যাল বর্তমান থাকা অবস্থায় ডিটেকশনের কার্যকারিতাকে উন্নত ধরণের করতে হলে টিউবের গ্রিড ভোল্টেজকে নির্দিষ্ট রাখতে হয়। তবে গ্রিড সার্কিটে ব্যাটারী ব্যবহৃত হলে সার্কিটে সিগন্যাল থাক্ বা না থাক্, গ্রিড ভোল্টেজ সব সময় নির্দিষ্ট থাকে ; কারণ ব্যাটারীর আউট-পুট ভোল্টেজ সব সময়েই একই ভাবে থাকে। কিন্তু গ্রিড বায়্যাস্ ভোল্টেজের জন্য যখন কেবল রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশের ভোল্টেজকে ব্যবহার করা হবে, তখন প্লেট কারেন্টের ভেরিয়েশন অনুযায়ী এই ভোল্টেজ উঠা-নামা (Change) করবে। কারণ আমরা জানি যে, রেডিও সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অস্টারেশনে সার্কিটের প্লেট-কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। ফলে প্রতিটি পজিটিভ অস্টারেশনে গ্রিড-বায়্যাস্-ভোল্টেজও বৃদ্ধি পাবে এবং রেডিও সিগন্যালের শক্তিকে কমিয়ে দেবে। ডিটেক্টর টিউবের ক্যাথোড সার্কিটের এইরূপ উত্থান পতনকে ( Fluctuation ) সম্পূর্ণ

নষ্ট করার জন্য কনডেন্সার C কে ব্যবহার করা হয়। এই কনডেন্সারের পরিমাণ সাধারণতঃ ০.৫ মাইক্রোক্যারাড হয়ে থাকে। তবে কখনও কখনও প্রাকটিক্যাল সার্কিটে এর পরিমাণ আরও বেশী হয়ে থাকে।

এখানে কনডেন্সারের পরিমাণ খুব উচ্চ পরিমাপের হওয়ায় প্লেটের ঐ পালসেটিং কারেন্টের ফলে কনডেন্সারটি খুব বেশী চার্জ হতে পারে না। একটি উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। যেমন ধরা যাক একটি পুষ্করিণীর কথা। একটি বৃহদাকার পুষ্করিণীতে যদি দু'চার বালতী জল ঢালা হয় তাহলে কি পুষ্করিণীর জল বেড়ে গিয়ে কানায় কানায় পূর্ণ হয়ে উঠে? এক্ষেত্রে কনডেন্সারের বেলাও ঠিক তাই। কনডেন্সারের পরিমাণ বেশী হওয়ায় ঐ সামান্য পরিমাণ ইলেকট্রন কনডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজকে খুব বেশী রকম বৃদ্ধি করতে পারে না। ফলে কার্যতঃ দেখা গেছে যে, সার্কিটের ভোল্টেজের পরিমাণ সব সময়েই নির্দিষ্ট পরিমাপের থাকে। প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে কনডেন্সারটি রেজিষ্ট্যান্সের (R) মধ্য দিয়ে খুব অল্প পরিমাণে ডিসচার্জ হয়; সম্পূর্ণ ডিসচার্জ হওয়ার সময় পায় না। ফলে, পরবর্তী পজিটিভ অন্টারনেশনের পূর্বে মুহূর্তেও সার্কিটে অরিজিন্যাল ভোল্টেজ নির্দিষ্ট ভাবেই থাকে।

তাহলে দেখা গেল, প্লেট-ডিটেক্টর বা গ্রিড বায়্যাস্ ডিটেক্টর সার্কিটের ক্যাথোডে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারকে পূর্বে বর্ণিত গ্রিড বাটারীর ন্যায় টিউবের গ্রিড বায়্যাস্ ভোল্টেজ সৃষ্টির জন্য ব্যবহার করা হয়। তবে উভয়ের মধ্যে পার্থক্য কেবল বায়্যাস্ ভোল্টেজ সৃষ্টির উপায় অবলম্বনের কার্যে।

## **Test Questions**

1. *Why is "De-modulation" necessary in a radio receiver ?*
2. *Name any three types of detector.*
3. *Does the diode detector amplify the radio signal ?*
4. *What type of detector between grid leak and grid-bias is more sensitive than the other ? Explain why ?*
5. *What is the name given to the resistor used in grid circuit of the grid-leak detector ?*
6. *Explain why the grid voltage is partially neutralized when the grid of the grid-bias detector becomes positive ?*
7. *What is the other name given to the grid-bias detector ? why ?*
8. *What is the common or average value of plate current is applied for the grid-bias detector with no signal ?*
9. *In the grid-bias detector, is the actual detection takes place in the grid circuit or in the plate circuit ?*
10. *What causes a grid-bias to be developed when grid-bias detector is used ?*
11. *What value of condenser would be most desirable for use across the cathode resistor of a grid-bias detector ?*



## এ্যাম্প্লিফিকেশন

( Amplification )

এ্যাম্প্লিফিকেশন সম্বন্ধে পূর্বের আলোচনা করা হয়েছে। বর্ণনা প্রসঙ্গে বলা হয়েছে যে “ভ্যাকুয়াম টিউব, ফিল্টার, ক্যাপসিট সার্কিট ও অসিলেটরি সার্কিট যুক্ত কোন স্টেজের মধ্য দিয়ে ভোল্টেজ বা কারেন্ট কিম্বা উভয়কেই বৃদ্ধি ( Increase ) করার নামই “এ্যাম্প্লিফিকেশন”। আর সার্কিটের যে অংশে বা স্টেজে এগুলি একত্রিত থাকে তাকে বলা হয় এ্যাম্প্লিফায়ার।

এ্যাম্প্লিফায়ারের শ্রেণী বিভাগ—এ্যাম্প্লিফায়ার স্টেজ বা সার্কিটকে সাধারণতঃ দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে—

- ১। যাকে বেতার তরঙ্গ বা রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফিকেশনের কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে বলা হয় রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফায়ার।
- ২। যাকে শব্দ-তরঙ্গ বা ভয়েস্-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফিকেশনের কাজে ব্যবহার করা হয় তাকে বলা হয় অডিও-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফায়ার।

এদের বিভিন্ন কার্যকারিতাকে পৃথক পৃথক ভাবে পরে আলোচনা করা হবে। \* তবে প্রাথমিক পর্যায়ে শুধু

---

\* রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফিকেশন ও অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফিকেশন অধ্যায় ( দ্বিতীয় খণ্ড )।

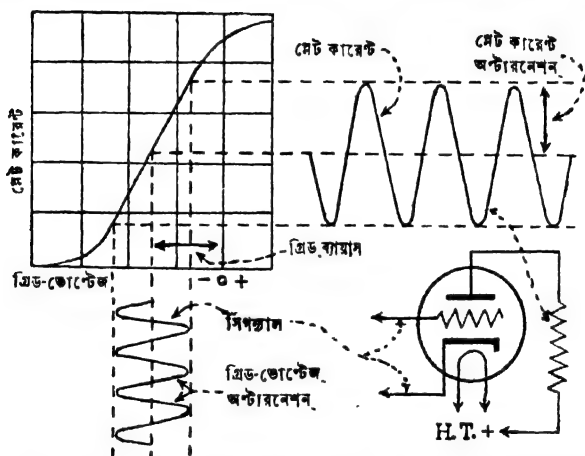


এইটুকুই বলা চলে যে “The object of the Radio frequency amplifier is to amplify the voltage of the signal, while that of the Audio frequency amplifier is to furnish the required electric energy”। তবে অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্পলিফায়ার যে কেবল উপযুক্ত পরিমাণ শক্তি (এনার্জি) সরবরাহ করে এ কথাও বলা না। কারণ, কোন কোন ক্ষেত্রে—যেমন স্বতন্ত্রভাবে প্রস্তুত কোন মাইক্রোফোন এ্যাম্পলিফায়ার, ফনোগ্রাফ পিক-আপ বা অন্য কিছু থেকে পাওয়া অডিও কারেন্ট প্রভৃতি সার্কিট ব্যবস্থায়, অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্পলিফায়ার সিগন্যাল ভোল্টেজকেও এ্যাম্পলিফাই করে। তবে তার পরিমাণ আর এক, এ্যাম্পলিফায়ারের তুলনায় অত্যন্ত কম।

**বিভিন্ন প্রকার এ্যাম্পলিফিকেশন**—টেকনিকের ভাষায় একটি প্রবাদ আছে যে “Radio Tube is the heart of an Amplifier”; সুতরাং প্রথমেই বিভিন্ন অবস্থায় তার “বিশেষত্ব” এবং “কার্যাবলী” সম্বন্ধে বিশেষ ভাবে জেনে রাখা প্রয়োজন। টিউবকে এ্যাম্পলিফায়ার হিসাবে কাজ করাবার সময় তার কার্যকারীতা ভিন্ন ভিন্ন সার্কিট ব্যবস্থা অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে। এখানে এ্যাম্পলিফায়ার সার্কিটের ভিন্ন ভিন্ন সার্কিট ব্যবস্থা বলতে এই বুঝায় যে—টিউবকে, “ক্লাস-এ” এ্যাম্পলিফায়ার বা “ক্লাস-বি” এ্যাম্পলিফায়ার অথবা “ক্লাস-সি” এ্যাম্পলিফায়ার হিসাবে কাজ করান হয়। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্পলিফিকেশনের জন্য “ক্লাস-এ” সার্কিট ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়। কিন্তু অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্পলিফায়ার “ক্লাস-এ” হতে পারে, “ক্লাস-বি” হতে পারে, আবার “এ-প্রাইম” (যাকে বলা হয় “ক্লাস-এবি”) সার্কিট ব্যবস্থাও হতে পারে। আর “ক্লাস-সি” এ্যাম্পলিফিকেশন

কেবল মাত্র ট্রান্সমিটারের মধ্যেই ব্যবহার করা হয়। এখানে ট্রান্সমিটার আমাদের আলোচনার বিষয়বস্তু নয় তাই “ক্লাস-সি” এ্যাম্প্লিফিকেশনের কোন উল্লেখ না করে কেবল “ক্লাস-এ” ও “ক্লাস-বি” এ্যাম্প্লিফিকেশন নিয়েই আলোচনা করব।

এ্যাম্প্লিফায়ারের এইরূপ প্রকারভেদ নির্ভর করে তার প্লেট ও কন্ট্রোল গ্রিডে প্রেরিত বিভিন্ন প্রকার ভোল্টেজের



১৬১নং চিত্র—ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফিকেশন ক্যারাক্টারিস্টিক কার্ভের আকৃতি।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব এখানে টিউবটি কার্ভের সরলাকৃতির উপর কাজ করছে।

উপর—তবে এই সঠে যে, টিউবটি কাজ করবার উপযুক্ত কি না অর্থাৎ কোন একটি টিউব যদি ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে কাজ করবার উপযুক্ত হয়, তাহলে তাকে ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফিকেশনের জন্য অথবা ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফিকেশনের উপযুক্ত

টিউবকে, ক্লাস-এ গ্র্যাম্‌প্লিফিকেশনের জন্য নির্দিষ্ট করা ঠিক নয়। প্রথমে আসা যাক ক্লাস-এ গ্র্যাম্‌প্লিফিকেশনে।

**ক্লাস-এ গ্র্যাম্‌প্লিফিকেশন**—১৬১নং চিত্রে ক্লাস-এ গ্র্যাম্‌প্লিফিকেশনের উপযুক্ত একটি টিউবের ক্যারাক্টারিস্টিকস্ কার্ভকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রটি লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, টিউবের কন্ট্রোল-গ্রিড-ভোল্টেজ ও প্লেট ভোল্টেজকে এইরূপ ভাবে নির্দিষ্ট করা হয়েছে যে, টিউবটি তার ক্যারাক্টারিস্টিক কার্ভের সমান অংশটুকুর ( \* Straight Part ) উপর কাজ করবে। তাই এইরূপ অবস্থায় প্লেট কারেন্টের পরিমাপ একটা নির্দিষ্ট মাত্রায় থাকে।

এখন দেখা যাক, চিত্রে অঙ্কিত কার্ভের নিম্নভাগে চিহ্নিত এ.সি সিগন্যালকে যদি কন্ট্রোল গ্রিডে সরবরাহ করা যায় তাহলে তার ফলাফল কি হয়। কন্ট্রোল গ্রিড সার্কিটে সিগন্যালের অবর্তমানে গ্রিডে নেগেটিভ ভোল্টেজের পরিমাণ যেরূপ থাকে তার তুলনায় সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ অন্টারনেশনে নেগেটিভ ভোল্টেজ আরও কম হয়, ফলে প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। আবার সিগন্যালের প্রতিটি নেগেটিভ অন্টারনেশনে গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়, ফলে প্লেট-কারেন্টের হ্রাস ঘটে। সুতরাং এই ভাবে ক্রমান্বয়ে গ্রিড ভোল্টেজ ( নেগেটিভ ভোল্টেজ ) কম বেশী হওয়ার ফলে প্লেট-কারেন্টের আকৃতি কন্ট্রোল গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ হয়ে থাকে।

এখানে দুইটা বিষয় বিশেষ ভাবে স্মরণ রাখতে হবে। প্রথমতঃ হচ্ছে, গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজ একবার পজিটিভ আবার নেগেটিভ এই ভাবে অনবরত দিক

পরিবর্তন করে। কিন্তু তার দ্বারা এরূপ বুঝায় না যে, গ্রিডও ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ হয়ে উঠে। দ্বিতীয়তঃ হচ্ছে এই যে, যদিও প্লেট-কারেন্ট সিগন্যালের ত্রায় দিক পরিবর্তন করে বলে মনে হয়, প্লেট-কারেন্ট কিন্তু প্রকৃত পক্ষে দিক পরিবর্তন করে না, সব সময়ই একাভিমুখী থাকে। তবে সিগন্যাল অনুযায়ী ইন্টেনসিটিতে একবার কম আবার বেশী হয়ে থাকে। আর এই কারণেই আমরা এই কারেন্টকে অন্টারনেটিং কারেন্ট বলে ধরে নিয়ে থাকি।

পূর্বোক্ত বিষয় দুইটিকে উদাহরণ দিয়ে বুঝালে আরও পরিষ্কার হবে। যেমন ধরা যাক, গ্রিডের নির্দিষ্ট সি-ভোল্টেজের (নেগেটিভ ভোল্টেজের) পরিমাণ হচ্ছে ১৩ ভোল্ট এবং গ্রিড ভোল্টেজ এইরূপ নির্দিষ্ট থাকা অবস্থায় প্লেট-কারেন্ট ৩৪ মিলি এ্যাম্পিয়ার আর গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজ হচ্ছে ১২ ভোল্টে।

প্রতিটি মুহূর্তে যখন সিগন্যালের পজিটিভ অন্টারনেশন তার পূর্ণ মাত্রায় (ম্যাক্সিমাম ভ্যালু) এসে পৌঁছায় তখন গ্রিড ভোল্টেজের পরিমাণ হয় (১৩ ভোল্ট নেগেটিভ বিয়োগ ১২ ভোল্ট পজিটিভ) মোট ১ ভোল্ট নেগেটিভ। ফলে, প্লেট কারেন্টের পরিমাণ বেড়ে গিয়ে প্রায় ৪৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারে এসে পৌঁছায়। আবার সিগন্যালের প্রতিটি নেগেটিভ মুহূর্তের পূর্ণ মাত্রায় গ্রিড ভোল্টেজ হয় (১৩ ভোল্ট নেগেটিভ যোগ ১২ ভোল্ট নেগেটিভ) মোট ২৫ ভোল্ট নেগেটিভ। ফলে, প্লেট কারেন্ট কমে গিয়ে ১৪ মিলি এ্যাম্পিয়ার হয়ে পড়ে।

তাহলে দেখা যাচ্ছে, সিগন্যাল যখন ইন্টেনসিটি এবং পোটেনশিয়ালে উঠা-নামা করে, তখন গ্রিড ভোল্টেজও

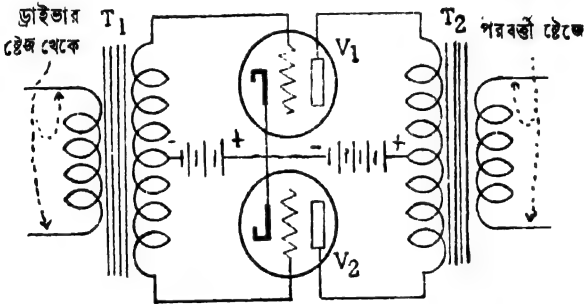
১ ভোল্ট থেকে ২৭ ভোল্ট পর্যন্ত উঠা-নামা করবে। আর প্লেট কারেন্ট সিগন্যালের সাথে সামঞ্জস্য রেখে ১৪ মিলি এ্যাম্পিয়ার থেকে ৫৪ মিলি এ্যাম্পিয়ারের মধ্যে উঠা-নামা করবে। এইরূপ প্লেট কারেন্টকে ঠিক মত লক্ষ্য করা যায় না, কারণ মিলি এ্যাম্‌মিটারের কাঁটা নিখুঁত ভাবে তাকে অনুসরণ করতে পারে না। কিন্তু অসিলোগ্রাফ এই সকল ক্ষেত্রে নিখুঁত ভাবে কাজ করে এবং এর দ্বারা কারেন্টের এইরূপ উত্থান-পতনকে স্পষ্টভাবে দেখতে পাওয়া যায়।

আউট-পুট-পাওয়ার স্টেজকে (ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত) ড্রাইভ অর্থাৎ চালনা করার জন্য তার আগের স্টেজে ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ারকে (ভোল্টেজ এ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে) ব্যবহার করা হয়। তাই ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ারকে বলা হয় **ড্রাইভার স্টেজ**। কাজে কাজেই এই প্রসঙ্গে উল্লেখ যোগ্য যে, এইরূপ এ্যাম্প্লিফিকেশনের সময় লো ডিসটরশনই হচ্ছে ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ারের বিশেষ গুণ; কারণ, ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ার, গ্রিড-ভোল্টেজ—প্লেট-কারেন্ট ( $E_g I_p$ ) কার্ভের সমান অংশটুকুর (সরলাকৃতি) উপর কাজ করে ফলে, পরবর্তী পাওয়ার স্টেজের টিউব বা টিউবগুলির গ্রিডে প্রেরিত অন্টারনেটিং ভোল্টেজের আকৃতি, আগের স্টেজে ব্যবহৃত ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ারের গ্রিডে বা ইন-পুটে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ হয়। ফলে, এই স্টেজের (পাওয়ার স্টেজের) আউট-পুটে ডিসটরশন কম থাকে। আর এই উভয় এ্যাম্প্লিফায়ারের ফলে এই আউট-পুট খুব শক্তিশালী (হাই পাওয়ার) হয় কারণ ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ারের কার্যকারিতার-গুণে সিগন্যাল ভোল্টেজের শক্তি বৃদ্ধি পায়। এখানে এই পাওয়ার আউট-পুট সার্কিট ব্যবস্থাকে এমন ভাবে করা যেতে পারে, যাতে আউট-পুট স্টেজের ঐ ডিসটরশনের পরিমাণ

৫% পারসেন্টের বেশী হবে না। এই হলো ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফিকেশনের এক প্রকার মোটামুটি বিবরণ।

**ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ার**—ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফিকেশন সার্কিট ব্যবস্থায় পাওয়ার আউট-পুট অত্যন্ত উচ্চ মাত্রায় হয়ে থাকে। তাই যেখানে শক্তিশালী পাওয়ার আউট-পুটের দরকার হয় সেখানে ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ার সার্কিটের প্রয়োজন।

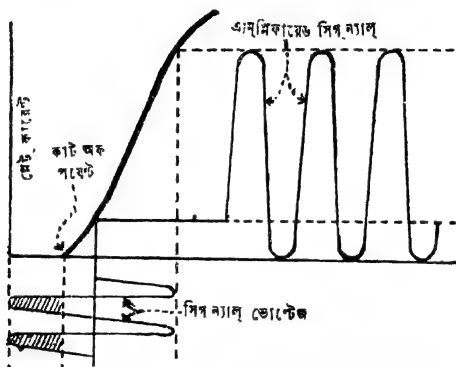
সাধারণতঃ দেখা গেছে ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ার ষ্টেজে ব্যবহৃত টিউব এমন ভাবে কাজ করে যে, যখন তার ইন-পুটে কোনরূপ সিগন্যাল থাকে না তখন প্লেট-কারেন্ট প্রায়



১৬২নং চিত্র—দুটি টিউব যুক্ত পুস-পুল ( Push Pull ) সার্কিট।

নেই বললেই হয়। কিন্তু গ্রিড যখন সিগন্যাল গ্রহণ করে (ইন-পুটে যখন সিগন্যাল উপস্থিত থাকে) তখন কারেন্ট (১৮০° ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রিতে) প্রবাহিত হয়। তাহলে এর দ্বারা স্পষ্টভাবে বুঝা যায় যে, একটি মাত্র টিউব ব্যবহার করলে এর ডিসটরশন্ কি ভাবে বৃদ্ধি পেয়ে থাকে। কিন্তু দুইটি টিউবকে পুস-পুল হিসাবে ( ১৬২নং চিত্রের স্থান ) ব্যবহার করলে ডিসটরশন কম হলে থাকে।

ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফিকেশন স্টেজে কাজ করবার জন্য টিউবকে স্বতন্ত্র ভাবে নির্মাণ করা হয় এবং এমন ভাবে প্রস্তুত করা হয় যে, ইন-পুটে (গ্রিডে) সিগন্যাল না থাকা অবস্থায় কিছু পরিমাণ প্লেট-কারেন্টকে আউট-পুটে উপস্থিত থাকার জন্য টিউবের গ্রিডে কোনরূপ সি-ভোল্টেজ সরবরাহের প্রয়োজন হয় না। ১৬৩নং চিত্রে দেখান হয়েছে যে—চিত্রের



১৬৩নং চিত্র—“ক্লাস-বি” এ্যাম্প্লিফিকেশন ক্যারাক্টারিস্টিক। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব ঐরূপ অবস্থায় টিউবের গ্রিড-ব্যায়াস, কার্ভের প্রায় কাট-অফ-পয়েন্টেই কাজ করে।

গ্রিড ব্যায়াস প্রায় কাট-অফ পয়েন্টেই আছে। কাজে কাজেই এইরূপ অবস্থায় সিগন্যালের প্রতিটি পজিটিভ হাফ সাইক্লসেই প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে। আর বাকি নেগেটিভ হাফ সাইক্লসে (চিত্রে যেটুকু ছায়াযুক্ত করা হয়েছে) কোন প্লেট-কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। এখানে আউট-পুটের ঐ পাল্সের স্থায় প্লেট কারেন্টের আকৃতি সিগন্যাল ভোল্টেজের

কেবল পজিটিভ অন্টারনেশনের অঙ্করূপ। এক্ষেত্রে চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যেহেতু প্লেট কারেন্ট উর্ধ্বমুখী স্যাচুরেশন পয়েন্টের দিকে পরিচালিত সেইহেতু গ্রিডও ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ হয়ে উঠবে। ফলে গ্রিড কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে কিছুটা ভোল্টেজ ক্ষয় (grid loss) হবে। তবে এখানে উল্লেখ যোগ্য যে, আগের স্টেজ থেকে প্রচুর পরিমাণ এনার্জি গ্রিডের ঐ ক্ষতিকে পূরণ করে দেয়।

ক্লাস-বি অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফিকেশনের জন্য দুটো টিউবকে ব্যবহার করতে হয়। এখানে দ্বিতীয় টিউবটি প্রথম টিউবের সাথে এমন ভাবে সংযুক্ত করা থাকে যে সাইক্লসের উভয় দিকই (both halves of cycle) আউট-পুটে এসে উপস্থিত হয়। ১৬২নং চিত্রে এইরূপ একটি সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এক্ষেত্রে ড্রাইভার স্টেজ থেকে সিগন্যাল প্রথমে  $T_1$  ট্রান্সফরমারে যায়। এখানে এই ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীর দুইপ্রান্ত টিউবের গ্রিডে সংযুক্ত এবং মধ্যবিন্দু (centre tap) থেকে গ্রিড-বায়্যাসের ব্যবস্থা করা হয়েছে। আর  $T_2$  ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীর দুই প্রান্ত টিউবদ্বয়ের প্লেটে সংযুক্ত এবং প্লেট ভোল্টেজের জন্য প্লেট ব্যাটারীকে মধ্যবিন্দুর সাথে যুক্ত করা হয়েছে।

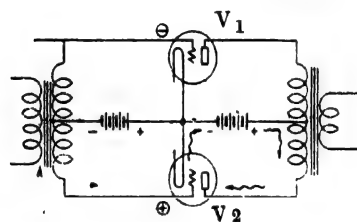
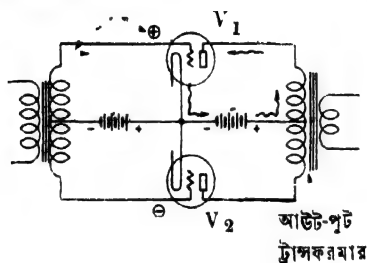
এক্ষেত্রে সিগন্যাল ভোল্টেজের ফলে যখন  $T_1$  ট্রান্সফরমারের উপরদিক মধ্যবিন্দুর তুলনায় পজিটিভ হয় তখন ১৬৪নং চিত্রের ন্যায়  $v_1$  টিউবের প্লেট-কারেন্ট প্রবাহিত হবে এবং  $v_2$  টিউব সম্পূর্ণ নিস্তেজ থাকবে। আবার যখন ১৬৫নং চিত্রের ন্যায়  $T_1$  ট্রান্সফরমারের নীচের দিক হবে পজিটিভ তখন  $v_2$  টিউবে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে এবং  $v_1$  টিউব নিস্তেজ থাকবে। এইভাবে  $T_2$



ট্রান্সফরমারের মধ্য দিয়ে উভয় দিক দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট  $T_2$  ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীতে ইনডিউসড হয়ে ও উভয়ে একত্রিত হয়ে, সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যালের সৃষ্টি করবে ( ১৬৬নং চিত্র )।

পূর্বেই বলেছি অধিকাংশ ক্ষেত্রেই ক্লাস-এ এ্যাম্প্লি-

সিগন্যাল ভোল্টেজ



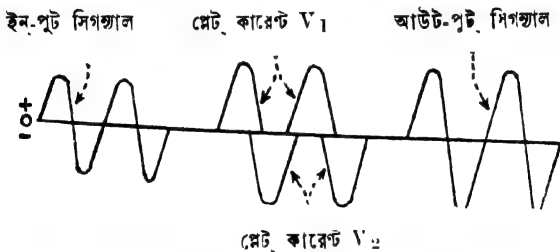
ইন-পুট ট্রান্সফরমার

১৬৪ ও ১৬৫নং চিত্র- ক্লাস-বি অডিও এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে পুস-পুল সার্কিটের কার্যকারিতা।

ফায়ার টিউব, যাকে বলা হয়, 'ড্রাইভার টিউব' সাধারণতঃ ক্লাস-বি এ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের আগের স্টেজে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এইরূপ সার্কিট ব্যবস্থায় ড্রাইভার স্টেজ ও ক্লাস-বি স্টেজকে কাপলিং করার কাজে ট্রান্সফরমারকেই ব্যবহার করা হয়ে থাকে এবং সাধারণ

ক্ষেত্রে কাপলিং করার কাজে যে স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার ব্যবহৃত হয় তার পরিবর্তে স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। যাদের অনুপাত (ratio) সাধারণতঃ ১:৫ : ১ এবং ৫:৫ : ১ হয়ে থাকে—যদিও এদের অনুপাত নির্ভর করে ড্রাইভার স্টেজে ব্যবহৃত টিউব, পাওয়ার স্টেজে ব্যবহৃত টিউব, এবং পাওয়ার টিউবের লোডের উপর।

চিত্রের মধ্যে সব চেয়ে বেশী লক্ষ্য করবার বস্তু হচ্ছে, প্লেট কারেন্ট যা শূন্য থেকে প্রায় ১০০ মি: এ: পর্যন্ত হয়ে



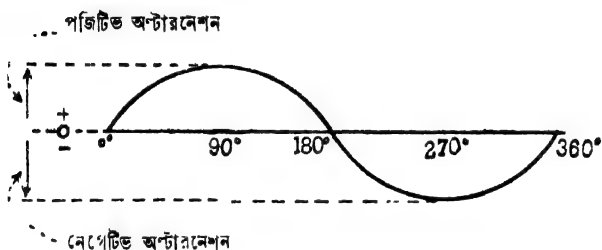
১৬৬নং চিত্র—ক্লাস-বি গ্র্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত পুস-পুল সার্কিটের ইন-পুট ও আউট-পুট কারেন্টের আকৃতি।

থাকে। তাই ক্লাস-বি স্টেজযুক্ত গ্র্যাম্প্লিফায়ারের পাওয়ার সাপ্লাইকে এমনি ভাবে নির্দিষ্ট করা হয় যা, ঐ স্টেজের গ্রহণোপযোগী ম্যাক্সিমাম কারেন্টকে যোগান দিতে পারে। তা ছাড়াও ঐ পাওয়ার সাপ্লাইয়ে ব্যবহৃত রেকটিফায়ার টিউব, পাওয়ার-ট্রান্সফরমার এবং ফিল্টারকে এমন ভাবে গঠন করা হয়, যাতে ভোল্টেজ রেগুলেশন সম্বন্ধে নিশ্চিত থাকে যায়।

এই সকল ক্ষেত্রে হাই-ভ্যাকুয়াম টাইপ রেকটিফায়ার (ভাল রেগুলেশন সহ) ভাল কাজ দেয়, কিন্তু যখন সার্কিটকে আরও ভাল ভাবে কাজ করবার দরকার হয় তখন মারকারি-

ভেপার রেক্টিফায়ারের (Mercury vapour rectifier) প্রয়োজন হয়ে পড়ে। আর এক্ষেত্রে রিয়াক্টর (চোক) এবং পাওয়ার ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিং লো-রেজিষ্ট্যান্সের হয়ে থাকে।

মোটের উপর দেখা যাচ্ছে ক্লাস-এ গ্র্যামপ্লিফায়ার সার্কিট ব্যবস্থায় ইন-পুট সার্কিটে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের প্রতিটি নেগেটিভ ও পজিটিভ উভয় অন্টার-নেশনেই গ্র্যামপ্লিফায়ারের আউট-পুট সার্কিটে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হয়—



১৬৭নং চিত্র — একটি সাইক্লসকে ডিগ্রী অনুযায়ী বিভক্ত করা হয়েছে।

তাই টেকনিকের ভাষায় বলা হয় যে, ক্লাস-এ গ্র্যামপ্লিফিকেশনে সাইক্লসের ৩৬০° ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রীতে (চিত্র নং ১৬৭) আউট-পুট সার্কিটে প্লেট-কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

আর ক্লাস-বি গ্র্যামপ্লিফায়ার সার্কিট ব্যবস্থায়, ইন-পুটের প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের প্রতিটি পজিটিভ অন্টার-নেশনেই গ্র্যামপ্লিফায়ারের আউট-পুট সার্কিটে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কিন্তু নেগেটিভ অন্টারনেশনে কোন প্লেট কারেন্ট থাকে না (completely cut-off)।

তাই মূলতথ্য অনুযায়ী (theoretically) টেকনিকের ভাষায় একে বলা হয়, ক্লাস বি গ্র্যামপ্লিফিকেশনে সাইক্লসের

১৮০° ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রীতে আউট-পুট সার্কিটে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

**ক্লাস এ-বি বা এ-প্রাইম এ্যাম্প্লিফিকেশন**—এইরূপ এ্যাম্প্লিফিকেশন সাধারণতঃ ক্লাস-এ এরং ক্লাস-বি এই দুইটির মধ্যবর্তী স্থান অধিকার করে। সেই জন্যই একে বলা হয় ক্লাস এ-বি বা এ-প্রাইম এ্যাম্প্লিফিকেশন। এই এ্যাম্প্লিফিকেশন থেকে ভাল কাজ পেতে হলে দুইটি টিউব পুস-পুল ভাবে সংযুক্ত হওয়া উচিত এবং টিউবগুলি ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফিকেশনের জন্য নির্মিত ভাল টিউবের ন্যায় হওয়া উচিত। এই সকল ক্ষেত্রে সাধারণতঃ পাওয়ার পেটোডকেই ট্রায়োড টিউবের ন্যায় ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ পাওয়ার পেটোডের স্ক্রিন গ্রিডকে প্লেটের সহিত সংযুক্ত করে দিয়ে ট্রায়োড হিসাবে কাজ করান হয়।

এ-প্রাইম বা এ-বি এ্যাম্প্লিফিকেশন ষ্টেজের সি-ভোল্টেজ, ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফিকেশনের জন্য ব্যবহৃত সি ভোল্টেজের চেয়ে বেশী হয়ে থাকে এবং সেই কারণে সিগ্‌ন্যাল না থাকা অবস্থায় তার নরম্যাল প্লেট কারেন্ট ক্লাস-বি এ্যাম্প্লিফায়ারের কারেন্টের চেয়ে কিছু বেশী এবং ক্লাস-এ এ্যাম্প্লিফায়ারের কারেন্টের চেয়ে কিছু কম হয়ে থাকে। যখন সিগ্‌ন্যাল ভোল্টেজ মাঝামাঝি অবস্থায় থাকে তখন তার ষ্টেজ্ ক্লাস-এ ষ্টেজের ন্যায় কাজ করে। আবার কিছুক্ষণ পর যখন সিগ্‌ন্যাল শক্তিশালী হয়, তখন তার কার্যকারিতা ক্লাস-বি ষ্টেজের ন্যায় হয়। টেকনিকের ভাষায় একে এই ভাবে বর্ণনা করা হয়—“There is a flow of plate current during more than 180° electrical degrees, but without reaching 360° degrees of the full cycle.”

এক্ষেত্রেও ক্লাস-বি এ্যাম্পলিফায়ারের ত্রায় ওয়েভসের কিছুটা অংশের জন্য যখনই গ্রিড পজিটিভ চার্জযুক্ত হয়, তখনই তার আগের স্টেজ থেকে কিছুটা এনার্জি এসে গ্রিড সার্কিটে কারেন্টের ক্ষতি পূরণ করে দেয় এবং কাপলিং ট্রান্সফরমারকে এই জন্যই গ্রহণ করা হয় এক্ষেত্রে পুনরায় স্মরণ করিয়ে দেওয়া যেতে পারে যে, এর পাওয়ার সাপ্লাই খুব ভাল রেগুলেশন যুক্ত হওয়া চাই, তবে এখানে এর প্রয়োজনীয়তা ক্লাস-বি এ্যাম্পলিফায়ারের অনুরূপ নয়।

অডিও এ্যাম্পলিফিকেশন সম্বন্ধে আলোচনা এই খানেই শেষ করতে পারতাম, কিন্তু এ্যাম্পলিফায়ার সার্কিটের সাথে ওতপ্রোত ভাবে জড়িত এইরূপ কয়েকটি সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা না করলে সমস্ত বিষয়টি অসম্পূর্ণ থেকে যায় ; কারণ পূর্বেই বলেছি যে, একটি খুব ভাল রেডিও রিসিভারে সাধারণতঃ চারটি বিভাগ থাকে যথা :—

- ১। আর-এফ- এ্যাম্পলিফায়ার স্টেজ্।
- ২। ডিটেক্টর স্টেজ্।
- ৩। এ-এফ, এ্যাম্পলিফায়ার স্টেজ্।
- ৪। রিপ্ৰোডিউসার (লাউড স্পিকার)।

১। আর-এফ এ্যাম্পলিফায়ারের কাজ হলো এরিয়াল থেকে পাওয়া ও ডিটেক্টরের অনুপযুক্ত অত্যন্ত দুর্বল কারেন্টকে শক্তিশালী বা এ্যাম্পলিফাই করা। আর এরিয়ালে অবস্থিত বিভিন্ন প্রকার সিগন্যালের সব কয়টিকে এক সঙ্গে গ্রহণ না করে কেবলমাত্র প্রয়োজনীয় সিগন্যালকে বেছে নেওয়া বা টিউন করে নেওয়া।

২। ডিটেক্টর স্টেজকেও রেডিও রিসিভারের একটা প্রধান অঙ্গ বলা চলে ; কারণ, এই ডিটেক্টর স্টেজেই,

প্রেরক যন্ত্র থেকে প্রেরিত মডিউলেটেড সিগন্যালকে অর্থাৎ অডিও মিশ্রিত উভয় তরঙ্গজাত রেডিও ওয়েভসের এক দিককে রেক্টিফাই করে আলাদা করে ফেলে ও সেই সাথে অডিও মিশ্রিত রেডিও ওয়েভস্ থেকে অডিওকে আলাদা করে নেয়।

৩। এ এক এ্যাম্প্লিফায়ারের কাজ হলো, ডিটেক্টর থেকে পাওয়া ঐ দুর্বল অডিও ওয়েভসকে শক্তিশালী বা এ্যাম্প্লিফাই করে পরবর্তী স্টেজের উপযুক্ত করে তোলা।

৪। পরবর্তী স্টেজ্ অর্থাৎ রিশ্রোডিউসারের কাজই হলো অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্প্লিফায়ার থেকে পাওয়া অডিও ওয়েভসের অনুরূপ কারেন্টকে শব্দে রূপান্তরিত করা।

তাহলে দেখা যাচ্ছে চারিটি বিভাগের মধ্যে প্রত্যেকেরই স্বতন্ত্র কার্যকারিতা আছে এবং প্রত্যেকেই নিজস্ব ধর্ম অনুযায়ী কাজ করে। কিন্তু সমস্যা হচ্ছে এই যে, ঐ চারিটি স্টেজকে পাশাপাশি বসিয়ে দিলেই তো চলবে না; কারণ, প্রত্যেকে যখন তার নিজস্ব ধর্ম অনুযায়ী কাজ শেষ করে, তখন প্রয়োজন হয় ঐ সমাপ্ত কাজকে পরবর্তী স্টেজে পৌঁছে দেওয়া এবং তার জন্মই দরকার তাদের পরস্পরের মধ্যে সংযোগ সাধন অর্থাৎ প্রথম স্টেজের আউট-পুটের বা প্লেটের সিগন্যালকে পরবর্তী স্টেজের গ্রিডে বা ইন-পুটে পৌঁছে দেওয়া। এইরূপ এক স্টেজ থেকে পরবর্তী স্টেজের মধ্যে সংযোগ সাধনকে টেকনিকের ভাষায় বলা হয় কাপলিং।

এই কাপলিং-এর প্রধান উদ্দেশ্যই হচ্ছে, প্রথম টিউবের

গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যালের ভেরিয়েশন্ অনুযায়ী প্লেট কারেন্টের যে ভেরিয়েশন্ হয় সেই ভেরিয়েশনকে পরবর্তী টিউবের গ্রিডে পৌঁছে দেওয়া। এই পৌঁছে দেওয়ার কাজটা সাধারণতঃ তিন প্রকারে সাধিত হয়ে থাকে যথা—

১। ট্রান্সফরমার কাপলিং।

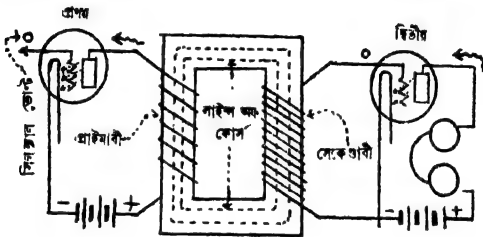
২। রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং।

৩। ইম্পিডেন্স কয়েল কাপলিং।

উল্লিখিত তিন প্রকার কাপলিং-এর মধ্যে প্রত্যেকেরই স্বতন্ত্র বৈশিষ্ট্য এবং কার্যাক্রম সম্বন্ধে একটা নির্দিষ্টতা আছে। আর সকল সময়েই তারা নিজস্ব ধর্ম অনুযায়ী কাজ করে। যেমন কেহবা সার্কিটের সিলেক্টিভিটি ও সেনসিটিভিটিকে বৃদ্ধি করে, রিসিভারের কোয়ালিটিকে ( quality ) উন্নত ধরনের কাজে সাহায্য করে, আবার কেহবা ঠিক কোয়ালিটি রক্ষা করতে না পারলেও রিসিভারের আউট-পুট-গেনকে খুব উচ্চ মাত্রায় পৌঁছে দিতে পারে। যাহা হউক, এ ধরনের আলোচনার এখন প্রয়োজন নাই, এখন কেবল দেখা যাক, কে, কি ভাবে কাজ করে অর্থাৎ কোল তাদের কার্যকারিতার দিকটাই আলোচনা করবো।

**ট্রান্সফরমার কাপলিং**—১৬৮নং চিত্রে ট্রান্সফরমার কাপলিংযুক্ত এ্যাম্প্লিফিকেশন স্টেজকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এক্ষেত্রে এ্যাম্প্লিফিকেশন সার্কিটে আছে ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী, দুইটি টিউব, একটি হেডফোন ও ব্যাটারী। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, প্রথম টিউবের প্লেট সার্কিট ও দ্বিতীয় টিউবের গ্রিড সার্কিটের মধ্যে একমাত্র ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক্ কাপলিং ব্যতীত অন্য কোনরূপ তার-জাতীয় সংযোগ ( electric connection ) নাই।

বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, চিত্রে অঙ্কিত প্রথম টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে কোনরূপ সিগন্যাল ভোল্টেজ না থাকার জন্য প্লেট কারেন্টের ইন্টেনসিটিও স্থির অবস্থায় থাকে এবং এইরূপ প্লেট কারেন্ট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী-কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার জন্য যে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয় তারও ডেনসিটি একটা স্থির অবস্থায় থাকবে, ফলে সেকেন্ডারীতে কোনরূপ ভোল্টেজ উৎপন্ন না হওয়ায় (ইনডিউস না করায়) দ্বিতীয় টিউবের প্লেট কারেন্টও একটা স্থির অবস্থায় থাকবে অর্থাৎ প্লেট-কারেন্টের কোনরূপ ভেরিয়েশন দেখা দেবে না।



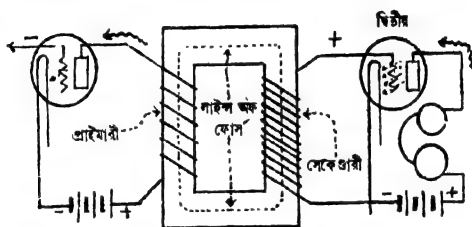
১৬৮নং চিত্র।

কিন্তু যখন সিগন্যাল এসে পড়ে, তখন উল্লিখিত চিত্রের যেকোন অবস্থা হয়, তাকেই যথাক্রমে ১৬৯ ও ১৭০নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ১৬৯নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, প্রথম টিউবের গ্রিডে নেগেটিভ চিহ্ন দেওয়া আছে। ঐ চিহ্ন দ্বারা এটাই বুঝান হয়েছে যে, সিগন্যাল ভোল্টেজের উভয় তরঙ্গের অর্থাৎ সাইক্লসের নেগেটিভ ও পজিটিভ হাফ সাইক্লসের মধ্যে যখন কেবল নেগেটিভ হাফ-সাইক্ল, প্রথম টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে এসে পড়ে, তখন পূর্বের তুলনায় প্লেট-কারেন্ট কমে গিয়ে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের ত্রাস



প্রাপ্তি ঘটায় ও তারই সাথে ডেনসিটি বা লাইন্স অফ্‌ ফোর্সের পতন ঘটায়।

পূর্বেই বলেছি যে লাইন্স অফ্‌ ফোর্সের পরিমাণগত সমষ্টির উপরই সেকেশ্বরীর ইনডিউসড্‌ ভোল্টেজ নির্ভর করে এবং ঐ ইনডিউসড্‌ ভোল্টেজের সৃষ্টি হয় তখনই, যখন লাইন্স অফ্‌ ফোর্সের মধ্যে একটা আলো-ডনের সৃষ্টি করা হয়, তাহলে এ ক্ষেত্রে প্লেট কারেন্টের পতনের ফলে লাইন্স অফ্‌ ফোর্স নাড়া খেয়ে তার মধ্যে একটা আলোডনের সৃষ্টি হয়ে সেকেশ্বরীতে ভোল্টেজ



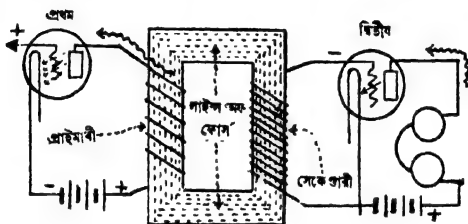
১৬২নং চিত্র।

ইনডিউসড্‌ করে, দ্বিতীয় টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডকে করে তোলে পজিটিভ চার্জযুক্ত, ফলে, টিউবের প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়। চিত্রে তা তীর চিহ্ন দ্বারা দেখান হয়েছে।

কিন্তু অর্দ্ধ তরঙ্গ পরে যখন সিগন্যাল ভোল্টেজের পজিটিভ হাফ্‌ সাইক্ল এসে প্রথম টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডকে পজিটিভ চার্জযুক্ত করবে তখন গ্রিড পজিটিভ হওয়ার ফলে প্লেট কারেন্ট অসম্ভব রকম বেড়ে গিয়ে ম্যাগনেটিক্‌ ফিল্ডের ইনটেনসিটিকেও বাড়িয়ে দেবে; ফলে, সেকেশ্বরীর ইনডিউসড্‌ ভোল্টেজের উৎপত্তি হবে। তবে, এবার বিপরীত দিকে, অর্থাৎ প্রথম টিউবের কন্ট্রোল গ্রিড নেগেটিভ হওয়ার ফলে

সেকেণ্ডারীতে যেকোনো ভোল্টেজ ইন্ডিউসড্ হইবেছিল এক্ষেত্রে কন্ট্রোল গ্রিড্ পজিটিভ হওয়ার ফলে তার বিপরীত দিকে ভোল্টেজ ইন্ডিউসড্ হবে। কাজে কাজেই দ্বিতীয় টিউবের গ্রিড্ এবারে হবে নেগেটিভ চার্জযুক্ত আর সঙ্গে সঙ্গে প্লেট কারেন্টের অবস্থা হবে ১৭০নং চিত্রের তীর চিহ্নের স্থায় সংক্ষিপ্ত ও খর্বিত।

এই ভাবে সিগ্‌ন্যাল ভোল্টেজের পুনঃ পুনঃ উত্থান পতনের ফলে গ্রিড্ একবার নেগেটিভ ধর্মী, আবার পজিটিভ ধর্মী হওয়ার ফলে তার প্লেট কারেন্টের ভেরিয়েশন অনুযায়ী



১৭০নং চিত্র।

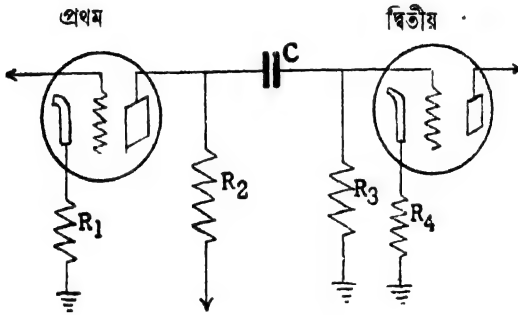
ম্যাগনেটিক্ ফিল্ডের ইন্টেনসিটি হবে একবার কম একবার বেশী; আর তদনুযায়ী সেকেণ্ডারী ইন্ডিউসড্ ভোল্টেজও কেবল দিক পরিবর্তন করতে থাকবে ও গ্রিডকে করে তুলবে একবার নেগেটিভ ও একবার পজিটিভ। তার ফলে দ্বিতীয় টিউবের প্লেট কারেন্টের ভেরিয়েশন হবে প্রথম টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে প্রেরিত সিগ্‌ন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ। এই হল ট্রান্সফরমার ক্যাপলিংএর কার্যকারিতা। এই ভাবেই ট্রান্সফরমার ক্যাপলিং, প্রথম টিউব থেকে—তার কারেন্ট ভেরিয়েশন অনুযায়ী—পরবর্তী টিউবের গ্রিড ভোল্টেজকে পরিবর্তন বা ভ্যারি করে সংযোগ সাধন করে থাকে।

তবে ট্রান্সফরমার কাপলিং সম্বন্ধে দুটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে যেমন—

- ১। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী-কয়েলের মধ্য দিয়ে কারেন্ট কেবল এক দিকেই প্রবাহিত হয়, তবে তার ইন্টেনসিটি, টিউবের গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজ অনুযায়ী ওঠা-নামা করে।
- ২। ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীর সাথে যুক্ত টিউবের অর্থাৎ দ্বিতীয় টিউবের ক্যাথোড-গ্রিড সার্কিট সম্পূর্ণ (complete) না হওয়ায় ঐ সার্কিটে কোনরূপ কারেন্টের অস্তিত্ব থাকে না, তবে সেকেন্ডারী কয়েলকে কম বেশী ইন্টেনসিটিযুক্ত লাইনস্ অফ ফোস' ছেদ করায় এক প্রকার অন্টারনেটিং ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় (ইন্ডিউসড করে)। এবং এই অন্টারনেটিং ভোল্টেজের অন্টারনেশন অর্থাৎ দিক পরিবর্তনও প্রাইমারী কয়েলের কারেন্টের ভেরিয়েশন অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়ে থাকে। ফলে দ্বিতীয় টিউবের গ্রিডের অন্টারনেটিং ভোল্টেজ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত প্লেট কারেন্টও প্রথম টিউবের প্লেট কারেন্টের অনুরূপ তবে কিছু বেশী শক্তিশালী বা এ্যাম্প্লিফায়েড হয়। এই এ্যাম্প্লিফিকেশন নির্ভর করে ট্রান্সফরমারের পাক-সংখ্যার অনুপাতের (Turns Ratio) উপর। অর্থাৎ প্রাইমারী কয়েলে যদি তারের পাক থাকে ১০০০ আর সেকেন্ডারীর পাক যদি থাকে ৩০০০ তাহলে তাদের পাক সংখ্যার অনুপাত হবে ১:৩ (এক অনুপাত তিন) অতএব সেকেন্ডারীতে যে ইন্ডিউসড ভোল্টেজ হবে তার পরিমাণ—প্রাইমারীর

চেয়ে তিন গুণ বেশী হবে। ফলে, দ্বিতীয় সিগন্যাল প্রথম টিউবের চেয়ে তিন গুণ শক্তিশালী এ্যাম্প্লিফিকেড হবে।

**রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং**—সাধারণতঃ কন্ডেন্সার ও রেজিষ্ট্যান্স দ্বারা কাপলিং করা হয় বলেই একে রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং বলা হয়। এর সুবিধা হচ্ছে, এক দিকে যেমন হাই-এ্যাম্প্লিফিকেশন টিউবের সাথে সংযোগ সাধন করতে পারে, অপর দিকে তেমনি কম খরচে ও অল্প পরিমিত স্থানের মধ্যে এই কার্য সাধিত হয়ে থাকে। কারণ, লোড ইম্পিডেন্সের দিক



১৭২নং চিত্র—রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং সার্কিট।

দিয়ে দেখতে গেলে দেখতে পাব, কতকগুলি টাইপের হাই-এ্যাম্প্লিফিকেশনযুক্ত টিউবে যে রকম হাই-ইম্পিডেন্সের প্রয়োজন হয়, তা সস্তা দরের ট্রান্সফরমার থেকে পাওয়া যায় না, অথচ খুব সস্তা দরের রেজিষ্ট্যান্স এবিষয়ে খুব সূক্ষ্ম ভাবে কাজ করে। আর এতে মস্ত সুবিধা এই যে এর ইম্পিডেন্স, সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী উঠা নামা করে না।

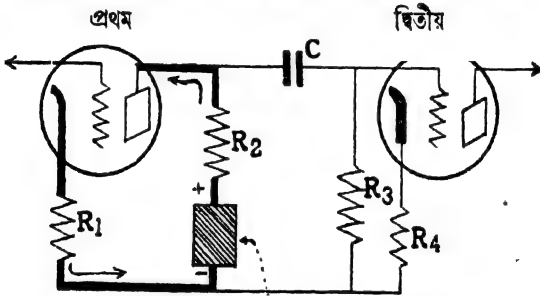
তবে আমাদের মনে রাখতে হবে যে, প্রকৃত পক্ষে কাপলিং

এর কার্য সাধন করা হয় কন্ডেন্সার দ্বারা এবং এই কন্ডেন্সারই সিগ্‌ন্যাল ফ্রিকোয়েন্সির পরিমাণ হ্রাস বৃদ্ধির অনুপাতে ইম্পিডেন্সের উন্নতি ঘটায়। আর একটা প্রধান লক্ষ্য করবার জিনিষ হচ্ছে, এই যে, রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং সিস্টেম, স্টেপ-আপ-ট্রান্সফরমারের মত কোনরূপ ভোল্টেজ এ্যাম্প্লিফিকেশনের উপায় অবলম্বন করে না। পরে পরবর্তী স্টেজে ব্যবহৃত টিউবের অধিক সংখ্যক এ্যাম্প্লিফিকেশন এই অভাব পূরণ করে দেয়।

রেজিষ্ট্যান্স ও কন্ডেন্সার কাপলিং বুঝবার পক্ষে খুব সোজা; কিন্তু যে ভাবে সার্কিটের মধ্যে অঙ্কন করে দেখান থাকে সে ভাবে তাকে টপ করে বুঝে নেওয়া বড় কঠিন। তাই নূতন উপায়ে অঙ্কন করে তাদের কার্যকারিতা সম্বন্ধে বিবরণ দিব।

সাধারণতঃ রিসিভার-ডায়াগ্রামে, রেজিষ্ট্যান্স কাপলিংকে যেভাবে অঙ্কন করে থাকে, ঠিক তার অনুরূপ ভাবেই ১৭১নং চিত্রে অঙ্কিত হয়েছে। কিন্তু পূর্বেরই বলেছি, এভাবে অঙ্কন করলে কিভাবে যে পূর্ববর্তী টিউব থেকে পরবর্তী টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে সিগ্‌ন্যাল এসে উপস্থিত হয়, তা বুঝাতে বেশ কিছুটা সময় লাগে; তাই পূর্বের ঐ সার্কিটকে ১৭২নং চিত্রে কিছুটা নূতন ভাবে অঙ্কন করা হয়েছে। তবে পরিবর্তনের মধ্যে কেবল প্লেট সার্কিটের জন্য পাওয়ার সাপ্লাইকে যুক্ত করে দেওয়া হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, চিত্রে তীর-চিহ্ন অঙ্কিত ডাইরেক্ট কারেন্ট, প্রথমে সার্কিটে অবস্থিত রেজিষ্ট্যান্সের (যথাক্রমে  $R_1$  ও  $R_2$ ) মধ্য দিয়ে ও পরে টিউবের মধ্যস্থিত প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে যে

কাক আছে তার মধ্য দিয়েই প্রবাহের পথ পাচ্ছে। ফলে, ওমস্-সূত্র অনুযায়ী চিত্রে চিহ্নিত 'ক' ও 'খ' বিন্দুর মধ্যকার ভোল্টেজ হবে উভয় বিন্দুর মধ্যস্থিত মোট রেজিস্ট্যান্স ও এ্যাপ্লিয়ার হিসাবে কারেন্টের গুণফলের সমান। আবার যেহেতু কনডেন্সার C ও রেজিস্ট্যান্স  $R_3$  উভয়ে পরস্পর সিরিজ ভাবে যুক্ত হয়ে চিত্রের 'ক' ও 'খ' বিন্দুদ্বয়ে যুক্ত সেইহেতু তারাও উল্লিখিত ভোল্টেজের অন্তর্গত হবে। এই প্রসঙ্গে আর একটি জিনিস দেখিয়ে রাখা ভাল যে, পরবর্তী টিউবের গ্রিড ও ক্যাথোড, ঐ  $R_3$  রেজিস্ট্যান্সের অ্যাক্রশেই যুক্ত।



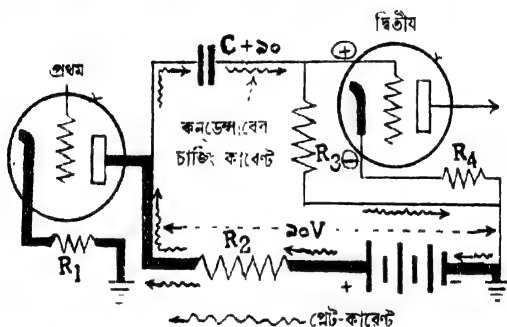
পাওয়ার সাপ্লাই

১৭২নং চিত্র—১৭১নং চিত্রে অঙ্কিত রেজিস্ট্যান্স কাপলিং সার্কিটকে বুঝাবার জগ্ন এখানে পুনরায় সহজ ভাবে অঙ্কন করা হয়েছে।

এইবার ধরে নেওয়া যাক যে, ১৭২নং চিত্রে অঙ্কিত প্রথম টিউবের গ্রিডে সিগন্যাল উপস্থিত হওয়ায় ঐ টিউবে প্লেট-কারেন্ট অত্যন্ত শক্তিশালী হয়েছে এবং 'ক' ও 'খ' বিন্দুদ্বয়ের মধ্যকার ভোল্টেজ হচ্ছে ৯০ ভোল্ট—ফলে, প্রথমেই কনডেন্সারের যে প্রান্ত চিত্রের 'ক' বিন্দুর সাথে যুক্ত, সেই প্রান্তের প্লেট হবে ৯০ ভোল্ট পজিটিভ চার্জযুক্ত এবং কনডেন্সারের এইরূপ অবস্থা সৃষ্টির জগ্নই ১৭৩নং চিত্রে অঙ্কিত

তীর চিহ্নের ন্যায়  $R_3$  রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে; আর ঐ রেজিস্ট্যান্স পরবর্তী টিউবের ইনপুটে (অর্থাৎ গ্রিড ও ক্যাথোড প্রান্তে) যুক্ত থাকায় ঐ টিউবের গ্রিড, গ্রাউণ্ডের (ভূমি সংযোগের) তুলনায় পজিটিভ পোটেনশিয়ালে থাকবে।

আবার ঠিক পরবর্তী মুহূর্তে প্রথম টিউবের প্লেট কারেন্ট কমে যাবে (সিগন্যালের কম বেশীর গুণে)। ফলে প্লেট সার্কিটে কারেন্টের পতন হওয়ায় 'ক' ও 'খ' বিন্দুর মধ্যবর্তী ভোল্টেজও কমে যাবে। যেমন ধরে নেওয়া যাক নিগন্যাল কম-বেশীর দরুণ প্লেট ভোল্টেজ ২০ থেকে কমে হলো

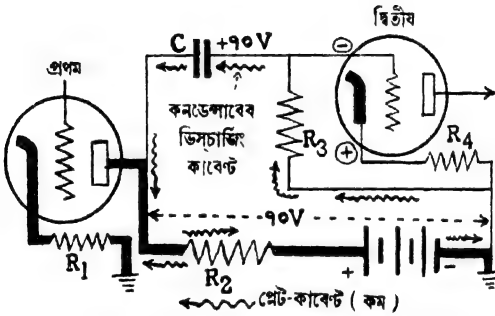


১৭৩নং চিত্র--শক্তিশালী প্লেট-কারেন্টের ফলে কাপলিং সার্কিটের আকৃতি।

৭০ ভোল্ট। কিন্তু এখনও পর্যন্ত সার্কিটে কনডেন্সারটি পূর্বের সিগন্যাল অনুযায়ী ২০ ভোল্ট থেকে চার্জযুক্ত হয়ে আছে। কাজে কাজেই পূর্বের ঐ ২০ ভোল্টে চার্জযুক্ত কনডেন্সারটি এখন ৭০ ভোল্ট যুক্ত হওয়ায় অতিরিক্ত ভোল্টেজটি, ১৭৪নং চিত্রে তীর চিহ্ন অঙ্কিত পথে কিছুটা কারেন্ট প্রবাহের সৃষ্টি করবে। ফলে, দ্বিতীয় টিউবের গ্রিড, ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ পোটেনশিয়াল পাবে।

পরবর্তী মুহূর্তে সিগন্যাল পরিবর্তিত হয়ে প্রথম টিউবের প্লেট কারেন্টকে পুনরায় বৃদ্ধি করে দেয়. এবং তার ফলে 'ক' ও 'খ' বিন্দুর মধ্যকার ভোল্টেজও যায় বেড়ে, আর কনডেন্সারটিও অতি উচ্চ মাত্রায় চার্জ গ্রহণ করে, তাই পূর্বের ন্যায় (১৭৩নং চিত্রের) তীর চিহ্নিত পথেই কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

তাহলে উল্লিখিত বর্ণনা দ্বারা ইহাই প্রমাণিত হয় যে, প্রথম টিউবের গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের গুণে, অনুরূপ ইনটেনশিটিযুক্ত প্লেট-কারেন্ট  $R_2$  রেজিস্ট্যান্সের মধ্য



১৭৪নং চিত্র—দুর্বল প্লেট-কারেন্টের ফলে কাপলিং সার্কিটের আকৃতি।

দিয়ে প্রবাহিত হতে থাকে : ফলে সিগন্যালের গুণে কনডেন্সারটিও ঐ কারেন্ট ভেরিয়েশন অনুযায়ী আংশিক ভাবে  $R_3$  রেজিস্ট্যান্সের মধ্যদিয়ে একবার চার্জ আবার ডিসচার্জ হতে থাকে। আর ঐ কনডেন্সারের চার্জ ভোল্টেজ ও ডিসচার্জ ভোল্টেজের ফলে  $R_3$  রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তার ফ্রিকোয়েন্সি, প্রথম টিউবের প্লেট কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সির অনুরূপ হবে এবং তার ভেরি-



য়েশন ও কারেন্টের ইনটেনসিটি অনুযায়ী হবে। এই ভেরি-য়েশন কারেন্ট বা অন্টারনেটিং কারেন্ট দ্বিতীয় টিউবের গ্রিড ক্যাথোড সার্কিটে বা ইন-পুট সার্কিটে এসে উপস্থিত হয়। এই ভাবেই প্রথম টিউবের আউট-পুটের সিগন্যাল পরবর্তী টিউবের ইন-পুটে পৌঁছে দেওয়া হয়। এই হলো রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার যুক্ত “রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং-” এর কার্যকারিতা।

এইবার আসা যাক রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং-এ ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার অর্থাৎ  $R_2$ ,  $R_3$  ও কনডেন্সার “C”-এর পরিমাণ নির্ণয়ের দিকে। পূর্বেই আমরা দেখেছি যে, কনডেন্সার  $R_3$  রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট হচ্ছে দিক-পরিবর্তী এবং এও দেখেছি যে এই দিক পরিবর্তী অন্টারনেটিং কারেন্টের হাই-নোটসের চেয়ে এর লো-নোটসই বেশী সংখ্যক ইম্পিডেন্সকে বাধা দেয়। কাজেকাজেই এক্ষেত্রে অল্প পরিমাণ ক্যাপাসিটির কনডেন্সার ব্যবহার করা ভাল। বেশী ক্যাপাসিটির কনডেন্সার ব্যবহার করলে প্রথমতঃ তার সাথে সিরিজ ভাবে যুক্ত  $R_3$  রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ খুব কম (লো ভ্যালু) দরকার হয়; তা না হলে, সিগন্যালের ডিস্টর্শনকে নষ্ট করবার জন্য যত শীঘ্র ডিস্চার্জ হওয়া দরকার ঠিক তত শীঘ্র ডিস্চার্জ হতে পারে না। দ্বিতীয়তঃ  $R_3$  রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ কম হলে দ্বিতীয় টিউবে প্রেরিত ভোল্টেজের পরিমাণ হ্রাস পায়। কাজে কাজেই সিগন্যাল ভোল্টেজ যাতে কম না হয় তার জন্য বেশী পরিমাণের রেজিষ্ট্যান্স (হাই ভ্যালু) ব্যবহার করাই ভাল।

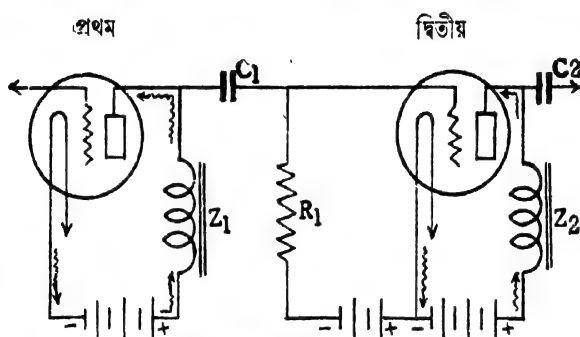
পুনরায় ঐ কনডেন্সার ও রেজিষ্ট্যান্স  $R_3$  সম্বন্ধে আর একটা জিনিষ লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, উভয়ই সিরিজ ভাবে

যুক্ত হয়ে পূর্ববর্তী টিউবের লোড রেজিষ্ট্যান্সের সাথে প্যারা-  
লাল ভাবে যুক্ত আছে ; ফলে, এর ইম্পিডেন্স ঐ পালসেটিং  
কারেন্টের উপর কিছু না কিছু কাজ করবেই। এই কনডেন্সার  
ও রেজিষ্ট্যান্স  $R_2$  এর মোট ইম্পিডেন্সকে যত কমান যায়,  
 $R_2$  রেজিষ্ট্যান্সের উপর তার কার্যকারিতা ততই বেশী হয়  
আবার লোডের ইম্পিডেন্স যত কম হয় টিউবের এ্যাম্প্লি-  
ফিকেশনও তত কম হয়।

মোটের উপর কম্পোনেন্টগুলি পরস্পর পরস্পরের সাথে  
এমন ভাবে জড়িত যে, আমরা যদি ফিডেলিটির উন্নতি করতে  
যাই তাহলে এ্যাম্প্লিকেশনের কিছুটা অংশ হারািব। আবার  
যদি এ্যাম্প্লিকেশনকে বৃদ্ধি করতে যাই, তাহলে লো-  
ফ্রিকোয়েন্সিগুলিকে হারািব। তাহলে দেখা যাচ্ছে, রেজিষ্ট্যান্স  
ও কনডেন্সারের পরিমাণ অল্পের জন্য যে ভাবে পরিবর্তিত হয়ে  
পড়ে তা অতীব বিস্ময়জনক। তাই এর মাণ নির্ণয় হিসাব  
নিরূপণ (Calculation) দ্বারা ঠিক করলেও প্রাকটিকাল  
সার্কিটে এদের অনেক তারতম্য দেখা যায়। তার চেয়ে  
প্রস্তুতকারকদের (Manufacturer's) ল্যাবরেটরীতে যে  
ভাবে বিভিন্ন পরিমাপের রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার নিয়ে পরীক্ষা  
মূলক ভাবে এর মান নির্ণয় করা হয়, সেইরূপ বিভিন্ন প্রকার  
পরীক্ষার মধ্য দিয়ে ও পরীক্ষার ফলাফল লক্ষ্য করে রেজিষ্ট্যান্স  
কাপলিংএর রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার নিয়ে মান নির্ণয় করা  
উচিত। তবে পরীক্ষার সুবিধার জন্য টিউব প্রস্তুত কারকের  
দেওয়া ডেটা থেকে নেওয়া চলে।

যে সকল পরিমাপের রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার নিয়ে  
সাধারণতঃ পরীক্ষামূলক কাজ চালান হয় তাদের মান নিয়ে  
দেওয়া হলে :—

রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং এ ব্যবহৃত কনডেন্সারের পরিমাণ সাধারণত: '০.১ থেকে '১ মাইক্রোফারাড হয়ে থাকে।  $R_2$  রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ বেশী রকম পরিবর্তিত হয়ে থাকে, কারণ এরা টিউবের প্লেট রেজিষ্ট্যান্সের উপর নির্ভর করে। তবে সাধারণত: লো-এ্যাম্পলিফিকেশন ট্রায়োডের জঙ্খ এর মান ৩০,০০০ থেকে ১০০,০০০ পর্য্যন্ত ও হাই-মিউ টিউবের জঙ্খ এর মান ১০০,০০০ থেকে ৫০০,০০০ পর্য্যন্ত হয়ে থাকে। আর  $R_3$  অনেক সময় ব্যবহৃত টিউবের উপর নির্ভর করে। আবার  $R_2$  এবং কনডেন্সারের উপরও নির্ভর করে। এর বেলায়ও



১৭৫নং চিত্র—ইম্পিডেন্স কাপলিং সার্কিট।

লো-এ্যাম্পলিফিকেশন টিউবের জন্য ৫০০,০০০ ওমস্ থেকে ২০,০০,০০০ ওমস্ ( ২ মেগ ওমস্ ) ও হাই-মিউ টিউবের জন্য কিছুটা কম পরিমাপের হয়ে থাকে।

**ইম্পিডেন্স কাপলিং**—ইম্পিডেন্স কাপলিং সম্বন্ধে বিশেষ কিছু বলবার নাই: কারণ, এর কার্যকারিতা রেজিষ্ট্যান্স কাপলিংএর অনুরূপ। তবে তাদের মধ্যে পার্থক্য হচ্ছে এই যে, রেজিষ্ট্যান্স কাপলিংএর বেলায় প্লেট সার্কিটে যেমন রেজিষ্ট্যান্স লাগান হয়, ইম্পিডেন্স কাপলিংএর বেলায় প্লেট

সার্কিটে থাকে, বিভিন্ন স্তর বিশিষ্ট “আয়রন কোরের (Laminated iron core) উপর কয়েক হাজার পাক জড়ান এক প্রকার কয়েল।

১৭৫নং চিত্রে ইম্পিডেন্স কাপলিংকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব,  $Z_1$   $Z_2$  ইম্পিডেন্স দুইটি হচ্ছে পূর্বের বর্ণিত কয়েল। তবে এর স্থলে এ-এফ, ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীকে বাদ দিয়ে কেবল প্রাইমারীকেই ইম্পিডেন্স কাপলিং হিসাবে ব্যবহার করা যায়। তবে এই প্রসঙ্গে একটি কথা বলে রাখি যে, এই ইম্পিডেন্স কাপলিংএ ব্যবহৃত ইম্পিডেন্স কয়েলের ইনডাক্টেন্স সাধারণতঃ ১০০ হেনরী হয়ে থাকে। আর ইম্পিডেন্স কাপলিংএর সুবিধা হচ্ছে এই যে, এর রিপ্ৰোডাক্সান রেজিষ্ট্যান্সের চেয়ে খুব ভাল হয় অর্থাৎ এই কাপলিং ব্যবস্থায় ডিসটরশন খুব কম হয়। এই হলো ইম্পিডেন্স কাপলিংএর মোটামুটি বিবরণ।

## **Test Questions**

1. *What is meant by amplification ?*
2. *Name the two types of amplification.*
3. *Define amplifier.*
4. *Name the different classes of amplifier.*
5. *On what portion of the characteristic curve does a class A-amplifier tube operate.*
6. *Is greater power out-put obtained when two amplifier tubes are connected in push-pull ?*
7. *For the explanation of push-pull circuit given you in class B-amplification, state briefly how it works ?*
8. *Name the three methods of coupling one stage with another.*
9. *What is the advantage of resistance coupling. Why a large value of coupling-condenser in a resistance coupled stage cannot be used if high amplification is desired ?*
10. *Explain, with the aid of a diagram, the operation of the resistance coupling a-f amplifier.*
11. *What advantage does the impedance coupling possess over the resistance coupled type ?*

## দশম অধ্যায়



# লাউড স্পিকার

( Loud Speaker )

স্পিকার হচ্ছে, রেডিও রিসিভারের সর্বশেষ ইউনিট। রিসিভারের এই ইউনিটকে অনেক সময় এই ভাবে লেখা হয়ে থাকে, লাউড-স্পিকার। আর সহজ ভাবে স্পিকারও বলা চলে। স্পিকারের কাজটাই হচ্ছে এ্যামপ্লিফায়ার থেকে অডিও পালসেশনকে গ্রহণ করা ও তাকে শব্দে রূপান্তরিত করা, তাই পূর্বেই বলেছি, রেডিও রিসিভারের স্পিকার সমস্যা হচ্ছে সর্বশেষ সমস্যা। কারণ, ব্রডকাষ্টিং স্টেশনে অবস্থিত মাইক্রোফোনের যেকোন ভাইব্রেশনকে ট্রান্সমিটার থেকে ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক্ ওয়েভসের সাহায্যে ঈথারের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করা হয়। এই ভাইব্রেশন রেডিও রিসিভারের এরিয়ালে এসে উপস্থিত হয় এবং পরে রিসিভার দ্বারা এ্যামপ্লিফাই হয়। মাইক্রোফোনের সেট অমুরূপ ভাইব্রেশনকে শব্দে রিপ্ৰোডিউস (রূপান্তর) করে রিসিভারের সর্বশেষ সমস্যাকে সমাধান করে বোলেই স্পিকারকে অনেক সময় রিপ্ৰোডিউসার বলা হয়।

তাহলে দেখা যাচ্ছে, স্পিকারের কার্য ঠিক মাইক্রোফোনের বিপরীত। কারণ, মাইক্রোফোন তার সম্মুখস্থ শব্দ তরঙ্গকে গ্রহণ করে ও ঐ শব্দ তরঙ্গকে পালসেটিং ইলেক্ট্রিক কারেন্টে রূপান্তরিত করে। অপরদিকে স্পিকার ঐ পালসেটিং কারেন্টকে গ্রহণ করে ও তাকে শব্দতরঙ্গে (সাউন্ড

ভাইব্রেশনে) রূপান্তরিত করে। তাই এইরূপ রূপান্তরের কাজে স্পিকারকে রিসিভারের একটা গুরুত্বপূর্ণ অংশ গ্রহণ করতে হয়; কারণ, তার দক্ষতার উপরেই শব্দের গুণ ও স্বর (Quality and Tone) নির্ভর করে। আমি স্পিকারের দক্ষতা বলতে এই বুঝাতে চাই যে, তার নিকট প্রেরিত প্রত্যেকটি ইলেকট্রিক্যাল পালসকে বা ভাইব্রেশনকে বিশুদ্ধ ভাবে গ্রহণ করতে পারে ও তাদের প্রত্যেকটিকে শব্দে রূপান্তরিত করতে পারে।

আবার শুধু মাত্র স্পিকারের দক্ষতার উপর নির্ভর করলেই শব্দ সংক্রান্ত সমস্ত কিছুই সমাধান হয় না; গ্র্যামপ্লিকায়ারের উপর অনেক কিছু নির্ভর করে। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। যেমন ধরা যাক, একটা রিসিভারের গ্র্যামপ্লিকেশন ক্ষমতা হচ্ছে ১০০ ফ্রিকোয়েন্সি থেকে ৪০০০ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ পর্যন্ত অর্থাৎ ১০০ থেকে ৪০০০ ফ্রিকোয়েন্সির রেঞ্জ পর্যন্ত সে গ্র্যামপ্লিকাই করতে পারে। কিন্তু সে ক্ষেত্রে তার (গ্র্যামপ্লিকায়ারের) আউট-পুটে সংযুক্ত স্পিকারের রেঞ্জ যদি হয় ৫০ থেকে ৫০০০ পর্যন্ত অর্থাৎ স্পিকারের রূপান্তর-করণ ক্ষমতা যদি ৫০ থেকে ৫০০০ ফ্রিকোয়েন্সি পর্যন্ত হয়, তাহলেও এক্ষেত্রে স্পিকারের দক্ষতা ও কার্যকারিতা সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ হলেও এর রিপ্ৰোডাকশন গ্র্যামপ্লিকায়ার থেকে পাওয়া ফ্রিকোয়েন্সির বেশী হবে না।

পক্ষান্তরে অবস্থা যদি বিপরীত হয় অর্থাৎ গ্র্যামপ্লিকায়ারের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ৫০ থেকে ৫০০০ ফ্রিকোয়েন্সি হয় আর স্পিকারের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ১০০ থেকে ৪০০০ ফ্রিকোয়েন্সি হয়, তাহলে গ্র্যামপ্লিকেশনের ক্ষমতা বেশী হলেও স্পিকারের দক্ষতা কম হওয়ায় রিপ্ৰোডাকশন কম হবে।

**স্পিকারের শ্রেণী বিভাগ**—রেডিও আবিষ্কারের প্রথম দিকে রেডিওর প্রোগ্রাম শোনার একমাত্র যন্ত্র ছিল হেডফোন এবং তার দ্বারা কোন এক বিশেষ ব্যক্তির অর্থাৎ কেবল একটি মাত্র ব্যক্তির দ্বারাই শোনা সম্ভব হত ; কিন্তু তার কিছুদিন পরে কোন এক আবিষ্কারক তাঁর বুদ্ধিবলে পূর্বের ঐ হেডফোনকে একটি সরু চোঙ্গার মধ্যে রেখে গড়ে তুলেছিলেন এক লাউড-স্পিকার ১৭৬নং চিত্রের দ্বারা এই লাউড-স্পিকারই হল সে সময়ে আবিষ্কৃত সর্বপ্রথম স্পিকার, যার দ্বারা একটি মাত্র রিসিভারের সাহায্যে ঐ রেডিও প্রোগ্রাম এক সঙ্গে অধিক



ব্যক্তির শোনা সম্ভব হয়েছিল। কিন্তু তখনকার দিনে ঐ স্পিকার বৃহৎ আকৃতি এক চোঙ্গা যুক্ত হওয়ায় একই সাথে স্পিকার ও রিসিভারকে কেবিনেটের মধ্যে রাখা সম্ভব হতো না তাই স্পিকারকে রিসিভার থেকে সতন্ত্র রাখা হত। কিন্তু এ সমস্যার সমাধান করল “কোন্-টাইপ-স্পিকার” কে বা কার দ্বারা এর আবিষ্কার ঘটে ছিল, তা ঠিক জানা যায় নাই। তবে এটুকু জানা যায় যে আনুমানিক ১৯২৪



সালেই এইরূপ স্পিকারের সাথে আমাদের পরিচয় ঘটেছিল যার ফলে একাধারে রিসিভার ও স্পিকারকে একই কেবিনেটের মধ্যস্থিত করতে ও শব্দের উন্নতি সাধনে সাহায্য করেছিল এবং আমাদের কাছে ম্যাগনেটিক্ টাইপ স্পিকার নামে পরিচিত হয়েছিল। এর ঠিক দুই বা তিন বৎসর পরই আবিষ্কৃত হয়ে ছিল ডাইনামিক্ স্পিকার যা আজকাল সচরাচর প্রত্যেকটি রিসিভারের মধ্যে দেখা যায়।

এই ডাইনামিক্-স্পিকার আবার দুই ভাগে বিভক্ত যেমন—

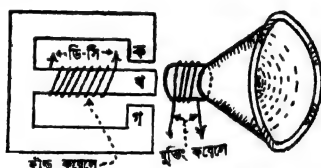
১। ইলেক্ট্রো-ডাইনামিক্ স্পিকার।

২। পারমানেন্ট-ম্যাগনেট-ডাইনামিক-স্পিকার।

তবে উভয়ের মধ্যে তাদের কার্যকারিতার কোন পার্থক্য নাই। পার্থক্য কেবল ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টির কাজে ; যেমন প্রথমটির ম্যাগনেটিক্ ফিল্ড সৃষ্টি করা হয় ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহ দ্বারা আর দ্বিতীয়টির বেলায় স্থায়ী-চুম্বক বা পারমানেন্ট ম্যাগনেট দ্বারা।

**ইলেক্ট্রোডাইনামিক স্পিকার** - ইলেক্ট্রোডাইনামিক্ স্পিকার সাধারণতঃ তিনটি কারণেই বেশী জন-প্রিয়তা অর্জন করেছে। যেমন প্রথমতঃ ইলেক্ট্রোডাইনামিক স্পিকার খুব উচ্চ মাত্রায় স্বর সৃষ্টি করতে পারে। দ্বিতীয়তঃ অধিক দিন স্থায়ী হয়। তৃতীয়তঃ এতে খরচও কম পড়ে। ১৭৭নং চিত্রে একটি ইলেক্ট্রোডাইনামিক্ স্পিকারকে বিভিন্ন ভাগে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে অঙ্কিত E আকৃতি লৌহ-খণ্ডের উপর জড়ান কয়েলকে বলা হয় ফিল্ড কয়েল এই ফিল্ড কয়েলের মধ্য দিয়ে ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রবাহের ফলে চিত্রে চিহ্নিত ক-খ ও খ-গএর মধ্যস্থিত কাকটুকুর মধ্যে

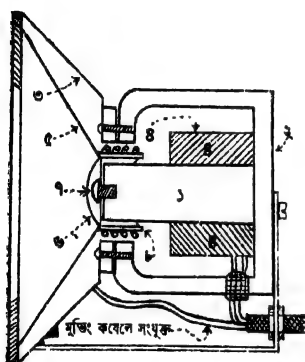
ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি করাই এই কয়েলের বিশেষত্ব। আর মুভিং কয়েলকে যদিও ফিল্ড কয়েল থেকে একটু দূরে অঙ্কন করা হয়েছে, প্রকৃত পক্ষে মুভিং কয়েলটি ঐ আকৃতি লৌহ খণ্ডের মধ্য দণ্ডটির ( ১৭৭নং চিত্রের দ্বারা ) উপর প্রবিষ্ট করান থাকে এবং মুভিং কয়েল ও মধ্য দণ্ডের মধ্যে ব্যবধান রচনার কাজে একটি মোটা কাপড়ের বা কার্ডবোর্ডের তৈরী স্পাইডার ব্যবহার করা হয়। স্পাইডারটি এমন ভাবে রক্ষিত ( adjusted ) করে মধ্যদণ্ডটির সাথে স্ক্রু দ্বারা বাঁধা থাকে যার ফলে স্পিকারের পেপার কোন্টি কেবল সামনে ও পেছনে নাড়াচাড়া করতে পারে।



১৭৭নং চিত্র—ইলেকট্রোডাইনামিক স্পিকারের সংক্ষিপ্ত চিত্র।

স্পিকারের কার্যপ্রণালী অত্যন্ত সহজ। পূর্বের বর্ণিত মধ্য-দণ্ডের উপর জড়ান ফিল্ড কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ডাইরেক্ট কারেন্টের ফলে ১৭৭নং চিত্রে চিহ্নিত ক-খ ও খ-গএর মধ্যস্থিত ফাঁকটুকুর মধ্যে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়। আর মুভিং কয়েলটি ঐ ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্য স্থলে থাকায় ও এ্যামপ্লিফায়ার টিউবের আউট-পুট থেকে পাওয়া সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ অন্টারনেটিং কারেন্ট, আউট-পুট ট্রান্সফরমার মারফত ঐ মুভিং কয়েলে এসে উপস্থিত হওয়ায় মুভিং কয়েলের মধ্যে এক প্রকার

ভেরিয়েশনযুক্ত ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়। ফলে, ঐ উভয় ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্যে এক প্রকার সংঘর্ষের সৃষ্টি হয়; কারণ, আমরা জানি, চুম্বকের সম-প্রকৃতির মেরু পরস্পরকে বিকর্ষণ করে ও ভিন্ন প্রকৃতির মেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে। তাহলে দেখা যাচ্ছে, ফিল্ড কয়েল থেকে পাওয়া ম্যাগনেটিক ফিল্ড ও মুভিং কয়েল থেকে পাওয়া ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্যে আকর্ষণ ও বিকর্ষণের ফলে



- ১ - মধ্য দণ্ড
- ২ - H আকৃতি লৌহ-খণ্ড
- ৩ - স্পিকারের কভার
- ৪ - ফিল্ড কয়েল
- ৫ - পেপার কোন
- ৬ - স্পাইডার
- ৭ - ক্রু
- ৮ - মুভিং কয়েল বা ভয়েন্স কয়েল

১৭৮নং চিত্র--ইলেকট্রোডাইনামিক স্পিকারের বিভিন্ন অংশ।

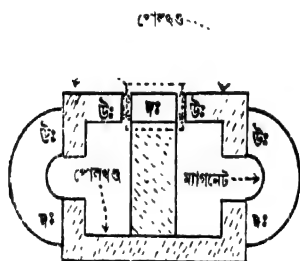
মুভিং কয়েলটি একবার সামনে, একবার পিছনে, আবার সামনে—এইভাবে কেবলই দিক পরিবর্তন করতে থাকে। আবার মুভিং কয়েলের সাথে একটি পেপার কোন (Cone) সংযুক্ত থাকায় মুভিং কয়েলের ভেরিয়েশন অনুযায়ী কোন্টিও অসিলেট করতে (কাঁপতে) থাকবে! ফলে, একপ্রকার অসিলেশনের সৃষ্টি হবে—যে অসিলেশন হলো, এরিয়ালের সিগন্যাল ভাইব্রেশনের অনুরূপ। আর কোন্টির এই

অসিলেশনের কলে তার সম্মুখস্থ বায়ু কম্পিত হয়ে শব্দের সৃষ্টি করবে, কারণ, পূর্বেই বলেছি, বায়ুর মধ্যে কম্পনের সৃষ্টির দ্বারাই শব্দের সৃষ্টি। আবার কোনটি যত তাড়াতাড়ি কাঁপতে (ভাইব্রেট করতে) পারবে, শব্দের ফ্রিকোয়েন্সিও তত বেশী বৃদ্ধি পাবে; আবার কোনটি সামনে ও পিছনে যত বেশী আঁপুপিছু করবে, শব্দের এ্যাম্প্লিটিউডও তত বেশী বৃদ্ধি পাবে। এখানে একটি বিষয় বিশেষ ভাবে মনে রাখতে হবে যে, মুঁভিং কয়েলের সাথে সংযুক্ত পেপার কোন্‌র সম্মুখ ও পশ্চাৎ উভয় দিক থেকেই শব্দ-তরঙ্গের সৃষ্টি হয়।

**পারমানেন্ট-ম্যাগনেট ডাইনামিক্ স্পিকার**—যে সকল রিসিভারে ফিল্ড সৃষ্টির (Excitation) জন্য পর্যাপ্ত পরিমাণে কারেন্ট সরবরাহের ব্যবস্থা থাকে না, সাধারণতঃ সেই সকল রিসিভারেই পারমানেন্ট-ম্যাগনেট ডাইনামিক্ স্পিকার ব্যবহৃত হয়ে থাকে; যেমন, উদাহরণ স্বরূপ ব্যাটারী রিসিভারের উল্লেখ করা যেতে পারে।

তাহলে সহজেই একথা বলা চলে যে, ইলেক্ট্রো-ডাইনামিক্ স্পিকার ও পারমানেন্ট-ম্যাগনেট ডাইনামিক স্পিকারের মধ্যে পার্থক্য কেবল ম্যাগনেটাইজেশনের কাজে। ইলেক্ট্রো ডাইনামিক্ স্পিকারের বেলায় যেমন ১৭৭নং চিত্রে অঙ্কিত ঐ আকৃতি লৌহের মধ্য-দণ্ডটি একটি অস্থায়ী চুম্বক (কেবল ফিল্ড কয়েলের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের কলেই চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয়) হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। পারমানেন্ট-ম্যাগনেট ডাইনামিক্ স্পিকারের বেলায় মধ্য-দণ্ডটি স্থায়ী-চুম্বক হয়ে থাকে—যার কাজই হল মধ্য দণ্ডটির সাথে সংলগ্ন মুঁভিং কয়েলের ম্যাগনেটিক্ ফিল্ডের সৃষ্টি করা।

পারমানেট-ম্যাগনেট ডাইনামিক স্পিকার বিভিন্ন প্রকারের হয়ে থাকে। প্রস্তুত-কারকেরা বিভিন্ন আকৃতির স্পিকার প্রস্তুত করে থাকে, তাই তাদের প্রত্যেকটির বর্ণনা দেওয়া সম্ভব নয়, তবে তাদের মধ্যে একটিকে ১৭৯নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে দুইটি ম্যাগনেটকে পোল খণ্ডের উভয় প্রান্তে সংযুক্ত করা হয়েছে। এই পোল খণ্ড বা খণ্ড-দ্বয়ের পরমিয়্যাবিলিটি খুব উচ্চ মাত্রায় হওয়ায় লাইন অফ



১৭৯নং চিত্র—পারমানেট-ম্যাগনেট ডাইনামিক স্পিকারের সংক্ষিপ্ত চিত্র।

ফোর্সকে একজায়গায় সংকুচিত করে উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর মধ্যস্থিত ম্যাগনেটিক ফিল্ডকে শক্তিশালী করে তোলে। আর কোন্-যুক্ত মুভিং কয়েলটি ঐ শক্তিশালী ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্যস্থলে থাকায় উভয়ের সংঘর্ষের সৃষ্টি হয়; ফলে শব্দের উৎপত্তি হয়। এই হল পারমানেট-ম্যাগনেট ডাইনামিক স্পিকারের কার্যকারিতা।

## **Test Questions**

1. *What is the object of a loudspeaker ?*
  2. *What is the other name given to the loudspeaker ?  
Explain why ?*
  3. *Name the two groups into which dynamic speakers are subdivided. What is the difference between them ?*
  4. *With the aid of a diagram ; explain, how an electro-dynamic speaker works.*
  5. *Why electro magnet type of loudspeaker are preferred then the permanent magnet type ?*
  6. *Describe the function of the paper cone used in the loud-speaker.*
-

## একাদশ অধ্যায়



# রেডিও সার্কিট অঙ্কনের সাক্ষেতিক চিহ্ন

(Radio Symbols)

রেডিও টেকনিসিয়ানরা সার্কিট অঙ্কনের জন্য যে সাক্ষেতিক চিহ্ন ব্যবহার করে থাকেন, তা চীনা হরপের মত এত দুর্দ্বোধ্য যে, এক জন সাধারণ ব্যক্তির পক্ষে তাকে চট করে বুঝে নেওয়া অত্যন্ত দূরূহ। কিন্তু রেডিও টেকনিসিয়ানদের কাছে এই সাক্ষেতিক চিহ্ন বিশিষ্ট সার্কিট যাকে টেকনিকের ভাষায় বলা হয় স্কিমেটিক ডায়গ্রাম যেন গল্পের বই পড়ার মত সহজ ও সরল। তবে তার জন্য তাদের কষ্ট স্বীকার করতে হয়, তাদের শিক্ষার গোড়ার দিকে প্রত্যেকটি চিহ্নের সাথে পৃথক্ পৃথক্ ভাবে পরিচিত হতে হয়। তাই প্রথম শিক্ষার্থীদের এ বিষয়ে উদাসীন হলে চলবে না, শিক্ষার শুরু থেকেই এর প্রতি যত্নবান হতে হবে; কারণ, এর উপরই রেডিও টেকনিসিয়ান হিসাবে তার অভিজ্ঞতা নির্ভর করে অর্থাৎ যে যত বেশী দক্ষতার সাথে এই চিহ্নগুলি পড়ে যেতে পারবেন, তার অভিজ্ঞতা তত বেশী বলে বিবেচিত হবে।

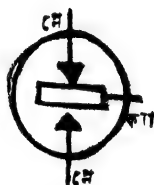
**কুণ্ডাল**—রেডিও আবিষ্কারের প্রথম দিকে গেলেনা কুণ্ডালকেই ডিটেক্টর হিসাবে কাজ করান হত। আধুনিক যুগের আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায় এইরূপ কুণ্ডাল ডিটেক্টরের প্রচলন খুব কম হলেও হেডফোন-যুক্ত ছোট ছোট রিসিভারের প্রয়োগ এখনও দেখতে পাওয়া যায়।

এই কৃষ্ণাণ ডিটেঙ্কটরকে সাধারণতঃ, গেলেনা বা লেড্ অফ্ সালফাইড্ নামক এক প্রকার ধাতু খণ্ড থেকেই প্রস্তুত করা হয়ে থাকে এবং সংযোগ সাধনের জন্য এই ধাতু খণ্ডের গায়ে একটি সরু তারকে অল্প ভাবে স্পর্শ করান হয় : ফলে, কারেন্ট এর মধ্য দিয়ে প্রবাহের জন্য পথ পায়। আর এই কারেন্ট সাধারণতঃ একই দিকে প্রবাহিত হয় বলেই কৃষ্ণাণ ডিটেঙ্কটরকে প্রধানতঃ রেক্টিফায়ারেরই অপার নাম বলে অভিহিত করা হয়। তাই ১৮০নং চিত্রে অঙ্কিত কৃষ্ণাণের সাক্ষেতিক চিহ্নকে যে কোন প্রকার কন্ট্যাক্ট-টাইপ রেক্টিফায়ারের কাজে ব্যবহার



১৮০নং

কৃষ্ণাণ ডিটেঙ্কটর।



১৮১নং

গ্যাসিয়াস রেক্টিফায়ার।

করা হয়। অন্যান্য কন্ট্যাক্ট-টাইপ রেক্টিফায়ারেরও বিভিন্ন প্রকার নামকরণ আছে, যেমন ; “Metallic Rectifiers,” “Dry-Rectifiers” ও “Copper Oxide Rectifiers” সাধারণতঃ ডাইনামিক স্পিকারের ফিল্ড-কয়েলে বা পরিমাপক যন্ত্রে ( মিটারে ) কারেন্ট সরবরাহের জন্য রক্ষিত পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিটেই এইরূপ রেক্টিফায়ারকে দেখতে পাওয়া যায়।

**ডায়োড্ টিউব**—ডায়োড টিউব হচ্ছে দুইটি এলিমেন্ট-যুক্ত টিউব যথা, প্লেট ও ফিলামেন্ট। এই টিউবের ধর্মই হচ্ছে, এর মধ্য দিয়ে কারেন্টকে কেবল এক দিকে প্রবাহের জন্য



পথ দেওয়া। তাই রেডিও রিসিভারে সাধারণতঃ মেন প্লাগ থেকে পাওয়া অন্টারনেটিং কারেন্টকে, ডাইরেক্ট কারেন্টে রূপান্তরের কাজে রেক্টিফায়ার টিউব হিসাবে ও উভয় তরঙ্গ-জাত রেডিও ওয়েভস্কে ডিটেকশনের কাজে ডিটেক্টর হিসাবেই একে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

রেক্টিফায়ার টিউব সাধারণতঃ দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যেমন প্রথম হচ্ছে, থার্মিওনিক বা ফিলামেন্ট রেক্টিফায়ার—যার ফিলামেন্ট অনেকটা পাওয়ার টিউবের স্থায়। দ্বিতীয়টি হচ্ছে, ১৮১নং চিত্রের স্থায় গ্যাসিয়াস্ রেক্টিফায়ার যার মধ্যে ফিলামেন্টই নাই।



১৮২নং



১৮৩নং



১৮৪নং

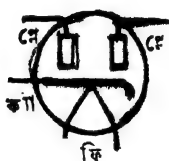
হাক-ওয়েভ ডায়োড রেক্টিফায়ার।

পূর্বেই বলেছি, মাত্র এক দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহকে পরিচালনা করার ধর্ম থাকায় ডায়োড টিউবকে রেক্টিফিকেশনের কাজে ব্যবহার করা হয়। রেক্টিফিকেশন অর্থে দিক-পরিবর্তী বিদ্যুৎ-প্রবাহকে একাভিমুখী বিদ্যুৎ প্রবাহে রূপান্তরিত করা বুঝায়। তাই ১৮২, ১৮৩ ও ১৮৪নং চিত্রে অঙ্কিত ডায়োড টিউব যুক্ত রেক্টিফায়ার সার্কিটে যে রেক্টিফিকেশনকে গ্রহণ করা হয়, তাকে বলা

হয়, হাফ্ ওয়েভ্ রেক্টিফিকেশন বা অর্দ্ধতরঙ্গ সংশোধন। আর এইরূপ টিউবকে বলা হয় হাফ্ ওয়েভ্ রেক্টিফায়ার টিউব। আর একপ্রকারের রেক্টিফিকেশন আছে, যাকে বলা হয় ফুল ওয়েভ্ রেক্টিফিকেশন বা পূর্ণ-তরঙ্গ-সংশোধন। এক্ষেত্রে ১৮৫, ১৮৬ ও ১৮৭নং চিত্রে অঙ্কিত ডাবল-ডায়েড-যুক্ত টিউবে অর্থাৎ একটি টিউবের মধ্যে রক্ষিত দুইটি প্লেটের সহিত এ-সি সরবরাহের সাথে যুক্ত ট্রান্সফরমারের হাই-টেন্সান সেকেন্ডারী কয়েলের উভয় প্রান্তই অর্থাৎ পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় তরঙ্গকেই একাভিমুখী বিদ্যুৎ-প্রবাহের রূপান্তরিত করা হয়।



১৮৫নং



১৮৬নং



১৮৭নং

ফুল-ওয়েভ ডায়েড রেক্টিফায়ার।

টিউব বা ভ্যালভ সম্বন্ধে আর একটি কথা বলে রাখি যে, এরা প্রধানতঃ দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যেমন. হিটার ফিলামেন্ট টাইপ ও ইলেক্ট্রন এমিটার ক্যাথোড টাইপ। হিটার ফিলামেন্ট টিউবে ইলেক্ট্রন নিঃসরণকারী পদার্থকে ফিলামেন্টের উপরই একটা প্রলেপের মত করে জমিয়ে দেওয়া থাকে। তাই ফিলামেন্টটি একাধারে উত্তাপ সঞ্চার ও ইলেক্ট্রন নিষ্কাশনের কাজ করে। সেই জন্য এইরূপ

টিউবকে বলা হয় ডাইরেক্টলি হিটেড্ টাইপ টিউব। আর ইলেকট্রন্ এমিটার ক্যাথোড্ টিউবের ক্যাথোডকে, ফিলামেন্ট থেকে একটু দূরে স্বতন্ত্র ভাবে রাখা হয়। ফলে ফিলামেন্ট উত্তাপ সঞ্চার করে ও ক্যাথোড্, নিজে ইলেকট্রন্ নিষ্কাশনের কাজ করে। তাই এইরূপ টিউবকে ইন্ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ বলা হয়। ১৮৪, ও ১৮৬নং চিত্রে ডায়োডের ইন্ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ আর ১৮২, ১৮৩, ১৮৫ ও ১৮৭নং চিত্রে ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।



১৮৪নং



১৮২নং



১৮০নং

ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ট্রায়োড।

**ট্রায়োড টিউব**—ডায়োড টিউবের পরই ১৯০৫ সালে আমেরিকার বৈজ্ঞানিক ডাঃ লি ডি-ফরেস্ট তিনটি এলিমেন্ট যুক্ত টিউব আবিষ্কার করেন এবং আনুমানিক ১৯০৬ থেকে ১৯০৯ সালের মধ্যে তিনি যে টিউবের মাধ্যমে নিজস্ব কণ্ঠস্বর প্রেরণ করে জগতের মধ্যে এক আলোড়নের সৃষ্টি করে ছিলেন সেই টিউবই আমাদের কাছে তিনটি এলিমেন্ট যুক্ত অডিয়ান টিউব বা ট্রায়োড টিউব নামে পরিচিত।

ফিলামেন্ট প্লেট ও গ্রিড এই তিনটি এলিমেন্ট যুক্ত

বিভিন্ন প্রকারের ট্রায়োড টিউব অঙ্কিত হয়ে থাকে। ১৮৮, ১৮৯ ও ১৯০নং চিত্রে হিটার টাইপ ফিলামেন্ট অর্থাৎ ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ফিলামেন্ট-যুক্ত ট্রায়োডের ও ১৯১, ১৯২ ও ১৯৩নং চিত্রে ইন্ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ট্রায়োডের কয়েকটি বিভিন্ন আকৃতিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

**টেট্রোড টিউব**—ট্রায়োড টিউবের মধ্যস্থিত গ্রিড্ ও প্লেট সাধারণতঃ মেট্যালিক্ পার্টস বিশেষ। এই গ্রিড ও প্লেট উভয়ে উভয়ের সন্মুখে থাকায় ও তাদের দূরত্বের মধ্যে



১৯১নং



১৮২নং



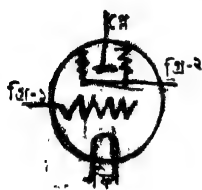
১৯৩নং

ইন্ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ ট্রায়োড।

ভ্যাকুয়াম্ ড্রাইলেকট্রিক্ থাকায় তারা এক প্রকারের কন্ডেন্সার হয়ে উঠে এবং তার ক্যাপাসিটি নির্ভর করে এই দুইটি এলিমেন্টের (প্লেট ও গ্রিড) এবং তাদের দূরত্বের উপর। টিউবের এই ইন্টারনাল ক্যাপাসিটির জন্য কিছু পরিমাণ এনার্জি প্লেট-সার্কিট থেকে গ্রিডের দিকে যেতে পথ পায়। আর তার পরিমাণ যদি কোন এক নির্দিষ্ট পরিমাণের বেশী হয় তাহলেই টিউব অসিলেট করতে থাকে। ফলে, রিপ্রোডাকশন নষ্ট হয়ে যায়। টিউবের এই অসিলেশনকে নষ্ট করবার জন্য 'টিউব প্রস্তুত-কারকেরা এক নূতন টিউব

আবিষ্কার করলেন—যার এলিমেন্ট হলো চারটি যথা, ফিলামেন্ট, গ্রিড, প্লেট ও স্ক্রিন-গ্রিড্ এবং এই টিউবের নাম দিলেন টেট্রোড বা স্ক্রিন গ্রিড টিউব। টেট্রোড টিউবের বিভিন্ন-তার দরুন ১৯৪, ১৯৫ ও ১৯৬নং চিত্রে ডাইরেক্টলি হিটেড্ টাইপকে এবং ১৯৭, ১৯৮ ও ১৯৯নং চিত্রে ইন্ডাইরেক্টলি হিটেড্ টাইপকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

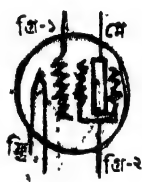
**পেণ্টোড টিউব**—সেকেণ্ডারী এমিশন সম্বন্ধে পূর্বের অনেক কিছুই বলেছি। তাই এখানে তার পুনঃ উল্লেখ না করে কেবল এইটুকু বললেই যথেষ্ট হবে যে, ক্যাথোড থেকে নির্গত দ্রুতগতি



১৯৪নং



১৯৫নং

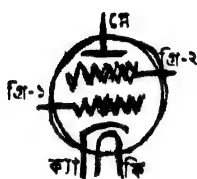


১৯৬নং

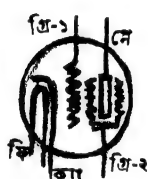
### ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ টেট্রোড

সম্পন্ন ইলেক্ট্রন যখন প্লেটে এসে আঘাত করে, তখন প্লেটের দেহ থেকে কিছু পরিমাণ ইলেক্ট্রন স্থানচ্যুত হয়ে পড়ে ও প্লেটের চারিপার্শ্বে নেগেটিভ চার্জযুক্ত মেঘপুঞ্জের সৃষ্টি করে ও ক্যাথোড থেকে প্লেটের দিকে প্রবাহিত ইলেক্ট্রনকে বাধা দেয়। সেকেণ্ডারী এমিশনের এইরূপ বিপদ জনক কার্যকারিতাকে সম্পূর্ণ নষ্ট করবার জন্য প্রস্তুত-কারকেরা আর একটি এলিমেন্ট অর্থাৎ সাপ্রেসার-গ্রিড নামে তৃতীয় গ্রিডের ব্যবস্থা করেন। এই সাপ্রেসার গ্রিডযুক্ত টিউবকে বলা হয় **পেণ্টোড**। ২০০নং চিত্রে

ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ পেটোড টিউবকে এবং ২০১ ও ২০২নং চিত্রে ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ পেটোডকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। তবে এখানে ২০১ ও ২০৩নং চিত্রে অঙ্কিত টিউব দুইটির মধ্যে পার্থক্য হচ্ছে এই যে, কোন কোনটির বেলায় প্রস্তুতকারকেরা সাপ্রেসার গ্রিডকে গ্রি-৩ নেগেটিভ-পোটেনশিয়ালে রাখার জন্য ক্যাথোডের সাথে যুক্ত করে দেয় আবার কোন কোন টিউবের সাপ্রেসার গ্রিডের জন্য আলাদা পিন ব্যবস্থা করা থাকে। তাই ২০১ ও ২০২নং চিত্রদ্বয়ের পার্থক্য কেবল সাপ্রেসার গ্রিডের সংযোগ ব্যবস্থার মধ্যে।



১০৭নং



১০৮নং



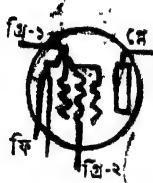
১০৯নং

ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ টেট্রোড।

**ট্রান্সফরমার**—ট্রান্সফরমার সম্বন্ধে পূর্বেই বলেছি যে, এর ধর্মই হলো উভয়ের মধ্যে কোনরূপ তারের সংযোগ না রেখে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সাহায্যে এক সার্কিট থেকে পরবর্তী সার্কিটে এনর্জিকে ট্রান্সফার করা। এ বিষয়ে আগে বিশদ ভাবে বর্ণনা করা হয়েছে। তবে এ ক্ষেত্রে কেবল মনে করিয়ে দেওয়া যেতে পারে যে, যখনই একটি ইন্ডাক্টলে অল্টারনেটিং ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয় তখনই কয়েলের মধ্য দিয়ে অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে যে ভেরিয়েবল ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়,

তার ফলেই ইন্ডিউস্‌ড ইলেক্ট্রোমোটর ফোর্সের উৎপত্তি হয় (e.m.f. হচ্ছে applied e.m.f.এর ঠিক বিপরীত)। এখন যদি আর একটি কয়েলকে আগের ঐ ম্যাগনেটিক ফিল্ডের কাছে আনা যায় তাহলে ঠিক একই e.m.f. (electromotive force) ঐ দ্বিতীয় কয়েলটিতে ইন্ডিউস্‌ড করবে। ফলে এই ইন্ডিউস্‌ড e.m.f.ই সেকেন্ডারীর সাথে যুক্ত। যে কোন তার বা রেজিস্ট্যান্স অথবা অশ্রাণ কিছুর মধ্য দিয়ে কারেন্টকে চাপ দিয়ে প্রবাহিত করার কাজে সাহায্য করে।

উল্লিখিত কয়েল দুইটি একই ম্যাগনেটিক ফিল্ডে পাশাপাশি রাখার নামই কাপলিং করা; আর ঐ দুইটি কয়েলের সমন্বয়েই



২০০নং



২০১নং



২০২নং

ডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ পেটোড ইনডাইরেক্টলি হিটেড টাইপ পেটোড

সৃষ্টি হয় ট্রান্সফরমার আর ট্রান্সফরমারের যে কয়েলটি মেন বা সোর্স অব এনার্জির সাথে যুক্ত থাকে তাকে বলা হয় প্রাইমারী কয়েল আর পরবর্তী কয়েলকে বলা হয় সেকেন্ডারী কয়েল।

এই সেকেন্ডারী কয়েলের ইন্ডিউস্‌ড ভোল্টেজকে ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায় অর্থাৎ প্রাইমারীর গ্র্যাপায়েড ভোল্টেজকে যে কোন পরিমাণে নির্দিষ্ট রেখেই সেকেন্ডারীর

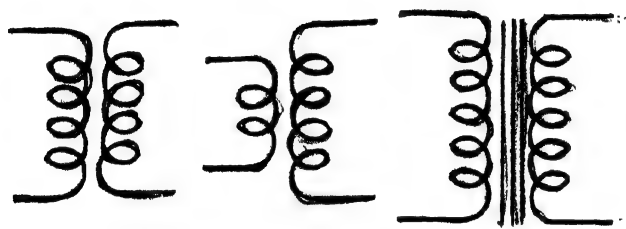
ভোল্টেজকে প্রাইমারী ভোল্টেজের চেয়ে প্রয়োজন মত কম বা বেশী পরিমাণে নিয়ে আসা যায় ; তবে এই নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাটি সম্পূর্ণ রূপে নির্ভর করে প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কয়েলের টার্নস্ রেসিওর ( Ratio ) উপর অর্থাৎ প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীতে কুণ্ডলী আকারে জড়ান পাকের অনুপাতেই এ্যাম্পায়েড ভোল্টেজ থেকে নিয়ন্ত্রিত ইন্ডিউসড্ ভোল্টেজের পরিমাণ নির্ভর করে। উদাহরণ স্বরূপ যেমন ধরা যাক, প্রাইমারীর কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা হচ্ছে ৫,০০০ পাক আর সেকেন্ডারীর পাক সংখ্যা ১০,০০০ পাক এবং প্রাইমারীতে প্রেরিত ভোল্টেজ ( এ্যাম্পায়েড ভোল্টেজ ) হচ্ছে ২২০ ভোল্ট।

এই অবস্থায় যদি ধরে নেওয়া যায় যে, প্রত্যেকটি পাকই পরিবর্তনশীল ম্যাগনেটিক ফিল্ড দ্বারা কার্যকরী হচ্ছে, তাহলে আমরা দেখতে পাব, সেকেন্ডারীর ইন্ডিউসড্ ভোল্টেজ প্রাইমারী ভোল্টেজের ঠিক দ্বিগুণ। এখানে প্রাইমারী ভোল্টেজ ২২০ হওয়ায় সেকেন্ডারী ভোল্টেজ হবে (  $২২০ \times ২$  ) ৪৪০ ভোল্ট। আর টার্নস্ রেসিও হবে  $১ : ২$  ( ১ অনুপাত ২ ) এইরূপ ট্রান্সফরমারকে বলা হয় **ষ্টেপ-আপ-ট্রান্সফরমার**। কিন্তু যদি বিপরীত হয়, অর্থাৎ প্রাইমারীর কুণ্ডলীর সংখ্যা হয় ১০,০০০ পাক আর সেকেন্ডারীর কুণ্ডলীর সংখ্যা হয় ৫,০০০ পাক তাহলে টার্ন রেডিও হবে  $২ : ১$  ( ২ অনুপাত ১ ) আর ইন্ডিউসড্ ভোল্টেজ হবে (  $২২০ \div ২$  ) ১১০ ভোল্ট। এইরূপ ট্রান্সফরমারকে বলা হয় **ষ্টেপ-ডাউন-ট্রান্সফরমার**। এই ভাবে টার্ন রেসিওকে  $৫ : ৩$ ,  $৩ : ৭$  বা  $১ : ৩$  ইত্যাদি যে কোন অনুপাতে রেখেই ইন্ডিউসড্ ভোল্টেজকে নিয়ন্ত্রিত করা হয়ে থাকে।

আয়রণ কোর ও এয়ার কোর সম্বন্ধে পূর্বে একবার উল্লেখ করেছি। আয়রণ কোর ও এয়ার কোর হচ্ছে ট্রান্সফরমারের



বিভিন্ন নামকরণ মাত্র। এই বিভিন্ন নাম-জাত ট্রান্সফরমারের পার্থক্য কেবল কোর সমস্তার মধ্যেই সীমাবদ্ধ; কারণ এয়ার কোর ট্রান্সফরমার হচ্ছে ২০৩ ও ২০৪নং চিত্রের দ্বারা দুইটি কয়েল; যা পেপার বা কোন ইনসুলেসনযুক্ত পাইপের উপর জড়ান থাকে। আর তাদের পরস্পর পরস্পরকে পাশাপাশি রেখে কাপলিং সৃষ্টির কাজে দুই রকম পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়—যেমন কখনও বা উভয়কে একই লাইনে কেবল টু ইঞ্চি



২০৩নং

২০৪নং

২০৫নং

এয়ারকোর ট্রান্সফরমার

আয়রনকোর ট্রান্সফরমার

বা আরও বেশী ব্যবধানে একটার পর একটা করে সাজিয়ে দেওয়া হয়, আবার কখনওবা কয়েল দুইটিকে একটার উপর আর একটা চাপিয়েই কাপলিং সৃষ্টি করা হয়।

এই সকল ট্রান্সফরমারযুক্ত সার্কিটে কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সি খুব গুরুত্বপূর্ণ অংশ গ্রহণ করে। এইখানে পুনরায় স্মরণ করিয়ে দেওয়া যেতে পারে যে, ফ্রিকোয়েন্সি বলতে বুঝায় এক সেকেন্ডে কারেন্ট কতবার তার দিক পরিবর্তন করে তার পরিমাণ। আর পালসেটিং কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সি বলতে

বুঝায়, এক সেকেন্ডে তার ইনটেনসিটি কতবার পরিবর্তিত হলো তার পরিমাণ। তাই ফ্রিকোয়েন্সি বুঝান হয় সাইক্ল-পার-সেকেন্ড, এই কথার সাহায্যে।

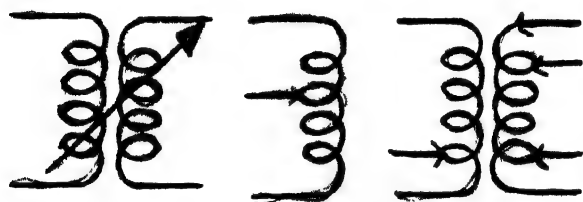
এখন যদি প্রাইমারীতে ৬০ সাইক্ল কারেন্ট প্রেরণ করি তাহলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের ভেরিয়েশন ঐ একই লো-ফ্রিকোয়েন্সিতে দিক পরিবর্তন করবে। কিন্তু যখন ৬০ কিলোসাইক্ল (৬০,০০০ সাইক্ল) কারেন্ট সরবরাহ হবে তখন ম্যাগনেটিক ফিল্ড দশ হাজার গুণ বেড়ে যাবে। এ থেকেই বুঝা যায় ফ্রিকোয়েন্সির গুরুত্ব কোথায়।

এইবার প্রসঙ্গ ক্রমেই এসে পড়ে এফিসিয়েন্সি বৃদ্ধির সমস্যা। অর্থাৎ ট্রান্সফরমার যখনই লো-ফ্রিকোয়েন্সি কারেন্টে অপারেট করে তখন কি ভাবে এয়ার কোর টাইপের এফিসিয়েন্সির উন্নতি করা যায়? এই সমস্যার সমাধান করে আয়রন কোর ট্রান্সফরমার। অর্থাৎ এফিসিয়েন্সির উন্নতি সাধন করা হয় কেবলমাত্র এয়ার কোরের পরিবর্তে আয়রন কোরকে ব্যবহার করে। ২০৫নং চিত্রে আয়রন কোর ট্রান্সফরমারকে অঙ্কন করা হয়েছে। এইরূপ ট্রান্সফরমারের কয়েল-গুলি জড়ান থাকে কতকগুলি পাতলা পাতলা লৌহ খণ্ড সমন্বয়ে গঠিত এক প্রকার আয়রনবার-এর উপর।

আয়রন কোর ও এয়ার কোর ট্রান্সফরমারের ব্যবহার সম্পর্কেও কতকগুলি নির্দিষ্টতা আছে। যেমন আয়রন কোর ট্রান্সফরমারকে ব্যবহার করা হয় রেডিও রিসিভারের লো-ফ্রিকোয়েন্সির দিকে অর্থাৎ অডিও ফ্রিকোয়েন্সি (a-f) সার্কিটে, এবং এ-সি রিসিভারের পাওয়ার ট্রান্সফরমার হিসাবে। কিন্তু রিসিভারে হাই-ফ্রিকোয়েন্সি সাইডে অর্থাৎ রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি (r-f) সার্কিটে সব সময়ই এয়ার কোর ট্রান্সফরমার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। কারণ, রেডিও কারেন্টের

ফ্রিকোয়েন্সি অত্যন্ত উচ্চ স্পন্দন জাত ; সাধারণতঃ ১০,০০০ থেকে ৬,০০,০০,০০০ সাইক্লস্ ।

২০৩ ও ২০৪নং চিত্রে অঙ্কিত দুইটি ট্রান্সফরমার ছাড়াও এয়ার কোর ট্রান্সফরমারের আরও কতকগুলি পরিচয় আছে । কারণ উক্ত চিত্রে যে ট্রান্সফরমারকে দেখান হয়েছে তারা কোন এক নির্দিষ্ট মাত্রার কাপলিং বিশিষ্ট, অর্থাৎ তাদের কাপলিংকে কম বেশী করা যায় না । কিন্তু প্রয়োজন মত কম বেশী করা যায় এইরূপ ট্রান্সফরমার অঙ্কন করতে হলে ঐ কয়েল দুইটির মধ্য দিয়ে ২০৬নং চিত্রের ন্যায় একটি তীর



২০৬নং

২০৭নং

২০৮নং

ভেরিয়েবল ক্যাপলিং টাইপ

ট্যাপড্ কয়েল টাইপ

চিহ্নকে কোনাকুনি ভাবে অঙ্কন করতে হয় । তাই ট্রান্সফরমারের এইরূপ অবস্থাকে বলা হয় **ভেরিয়েবল কাপলিং** ।

যে সকল ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীতে অধিক সংখ্যক পাক থাকে ও তা থেকে প্রয়োজন অনুযায় কম বেশী যে কোনও পাক সংখ্যার দরকার হয় সেই সকল ট্রান্সফরমারে ২০৭ ও ২০৮নং চিত্রের ন্যায় ট্যাপিং-এর ব্যবস্থা থাকে । এর ফলে দরকার মত যে কোন টার্ন থেকে সংযোগ নেওয়া চলে । এইরূপ কয়েলকে বলা হয় ট্যাপড্ কয়েল অনেক সময় দেখা গেছে, কোন কোন টেকনিসিয়ানরা এরিয়াল

বা রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি কাপলিং এর জন্য দুইটি কয়েলকে আলাদা ভাবে না জড়িয়ে ২০৯নং চিত্রের স্তায় একটি মাত্র কুণ্ডলী করা কয়েলের মধ্য ভাগে ট্যাপিং যুক্ত ট্রান্সফরমার ব্যবহার করেন। এই ট্রান্সফরমারকে বলা হয় অটো-ট্রান্সফরমার।

২১০নং চিত্রে একটি সাধারণ এয়ার কোর কয়েলকে দেখান হয়েছে। এই কয়েল সাধারণতঃ রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি চোক বা যে কোন হাই-ফ্রিকোয়েন্সি ইম্পিডেন্স হিসাবে



২০৯নং

অটো-ট্রান্সফরমার



২১০নং

এয়ারকোর কয়েল



২১১নং

এড্‌জাস্টেবল কয়েল

ব্যবহার করা হয়। ২১১নং চিত্রে একটি তীর চিহ্ন দ্বারা দেখান হয়েছে যে প্রয়োজন হলে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সকে কমান বা বাড়ান যায়। তাই এর নাম অ্যাডজাস্টেবল ইন্ডাকট্যান্স কয়েল। কিন্তু ২১২নং চিত্রে কয়েলের মধ্য দিয়ে যে তীর চিহ্ন অঙ্কন করা হয়েছে তার দ্বারা এই বুঝায় যে, কয়েলের উপর একটি পয়েন্টার রেখে তাকে অনবরত ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সকে ইচ্ছামত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। তাই একে বলা হয় ভেরিয়েবল ইন্ডাকট্যান্স।

২১৩নং চিত্রে যে সান্দ্রত্বিক চিহ্নটি দেখান হয়েছে তাকে বলা হয় ভেরিও-মিটার। এই ভেরিও-মিটারকে গঠন করা হয় দুইটি কয়েল দ্বারা এবং তাদের মধ্যে একটির হাফটার্ণ



২১২নং

ভেরিয়েবল ইনডাকট্যান্স



২১৩নং

ভেরিও-মিটার

আবার কখনও বা ফুলটার্ণ কেই অপর একটির মধ্যে প্রবিষ্ট করিয়ে এদের ইনডাকট্যান্সকে কম বেশী করা হয়।



২১৪নং

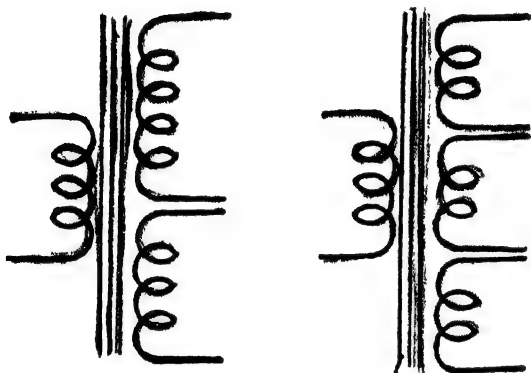


২১৫নং

আয়রণ কোর কয়েল

ট্রান্সফরমারের পরিচয় এই খানেই শেষ নয় কারণ, এয়ার কোর ট্রান্সফরমারের যে সকল বিভিন্নতা দেখান হলো, আয়রণ কোর ট্রান্সফরমারের বেলাও অনুরূপ বিভিন্নতা দেখতে

পাওয়া যায়। যেমন ২১৪ ও ২১৫নং চিত্রে অঙ্কিত আয়রণ কোর কয়েল। এই কয়েলটি ২১০নং চিত্রে অঙ্কিত এয়ার কোর কয়েলের অনুরূপ। তবে এদের মধ্যে পার্থক্য এই যে আয়রণ কোর কয়েলের বেলায় কতকগুলি লম্ব ভাবে অঙ্কিত সরল রেখাকে কয়েলের পাকগুলির মধ্যে বা পাশে অঙ্কন করা



২১৬নং

২১৭নং

পাওয়ার ট্রান্সফরমার

হয়। এইরূপ সাক্ষেতিক চিহ্নকে বলা হয় অডিও-ফ্রিকোয়েন্সি চোক বা ফিল্টার রিয়্যাক্টর (চোক)।

এ-সি রিসিভারে যে আয়রণ কোর যুক্ত পাওয়ার ট্রান্সফরমার ব্যবহৃত হয়, তার সাক্ষেতিক চিহ্নকে ২১৬ ও ২১৭নং চিত্রে দেখান হয়েছে। তবে এক্ষেত্রে কেবল দুইটি বা তিনটি সেকেশ্বরী যুক্ত ট্রান্সফরমারকে অঙ্কন করা হয়েছে। কিন্তু এ ছাড়াও বিভিন্ন টিউবে ভিন্ন ভিন্ন ভোল্টেজ ও কারেন্ট সরবরাহের জন্য অনেকগুলি সেকেশ্বরী যুক্ত কয়েল বা

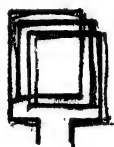
কয়েলেরমধ্যে ট্যাপিংএর ব্যবস্থা করে এর প্রয়োজন মিটান হয় ।

**এরিয়াল—২১৮ ও ২১৯নং চিত্রে** দুইটি বিভিন্ন প্রকার এরিয়ালকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ২১৮নং চিত্রে এরিয়ালের যে চিহ্নটি দেখান হয়েছে সেটা ব্যবহৃত হয় সাধারণতঃ বাড়ীর ছাদে। কিন্তু ২১৯নং চিত্রে যে চিহ্ন অঙ্কন করা হয়েছে তাকে বলা হয় লুপ-এরিয়াল; ইংরাজীতে যাকে বলা হয় লুপ-এ্যান্টেনা এই লুপ-এরিয়াল সাধারণতঃ রিসি-



২১৮নং

এরিয়াল



২১৯নং

লুপ-এরিয়াল

ভারের পিছন দিকেই সংযুক্ত থাকে। এইরূপ লুপ-এরিয়ালের তারগুলি যে ভাবে কুণ্ডলী করা থাকে ঠিক তার অনুরূপ আকৃতি-কেই তার সাক্ষেতিক চিহ্নে গ্রহণ করা হয়েছে।

**আর্থ—২২০ ও ২২১নং চিত্রে** যে দুইটি চিহ্নকে দেখান হয়েছে সেগুলিকে বলা হয় আর্থ কনেকশন (ভূমি-সংযোগ)। রিসিভারের আর্থ কনেকশনকে বুঝাবার জন্য এই দুইটি চিহ্ন ছাড়া আর কোন সাক্ষেতিক চিহ্ন নাই। রিসিভারের এরিয়াল ও আর্থের মধ্যভাগে যে লাইটনিং এ্যারেষ্টার ব্যবহৃত হয় তাকে ২২২নং চিত্রে অঙ্কন করে

দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে সহজেই বুঝা যাবে কি ভাবে এ্যারেঞ্জারটি কাজ করে।

**ব্যাটারী :—**পুস্তকের গোড়ার দিকে ব্যাটারীর আলোচনা প্রসঙ্গে যে সকল চিত্র অঙ্কন করে দেখান হয়েছে ২২৩ ও ২২৪নং চিত্র হচ্ছে তাদেরই সংক্ষিপ্ত আকৃতি। ২২৩নং চিত্রে যে চিহ্নকে দেখান হয়েছে সেটি হলো পূর্বের বর্ণিত ১ ভোল্ট যুক্ত সেল বা সিঙ্গেল-সেল। চিত্র লক্ষ্য করলে



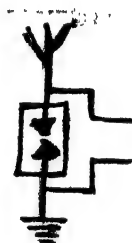
২২০নং



স্বাধীন কনেকশন



২২১নং



২২২নং

লাইটনিং এ্যারেঞ্জার

দেখতে পাব যে, ব্যাটারী অঙ্কনের জন্য একটি সরু বড় লাইন ও একটি মোটা ছোট লাইনের সাহায্য নেওয়া হয়েছে। এক্ষেত্রে সরু বড় লাইনকে ধরা হয়েছে ব্যাটারীর পজিটিভ দিক হিসাবে ও মোটা লাইনকে ধরা হয়েছে ব্যাটারীর নেগেটিভ দিক হিসাবে এবং তাদের চিহ্নিত করা হয়, যথাক্রমে প্লাস ও মাইনাস ( + ও - ) চিহ্ন দ্বারা, তাই একটি মোটা ও একটি সরু লাইন দিয়েই এক সেল ব্যাটারী অঙ্কন করা হয়। তবে এই ভাবে অঙ্কিত অনেকগুলি মোটা ও সরু লাইন যুক্ত লাইন



সমষ্টি ব্যাটারীতে ব্যবহৃত সেল সমষ্টিকে বুঝায় না কারণ, ২২৪নং চিত্রে অঙ্কিত চিহ্নটি যে কোন ব্যাটারী হিসাবে ব্যবহৃত হতে পারে ; তা সে ষ্টোরেজ ব্যাটারীই হোক বা ড্রাই-সেল ব্যাটারীই হোক। এই প্রসঙ্গে আর দুইটি চিহ্নের সহিত পরিচয় করিয়ে রাখি যা সচরাচর রেডিও সার্কিটে চোখে পড়ে না; সেই দুইটি হলো যথাক্রমে অল্টারনেটর ও জেনারেটর



২২৩নং

সেল



২২৪নং

ব্যাটারী

২২৫নং চিত্রে অল্টারনেটরের ও ২২৬নং চিত্রে জেনারেটরের সঙ্কেতিক চিহ্নকে দেখান হয়েছে।



২২৫নং

অল্টারনেটর



২২৬নং

জেনারেটর

**সংযোগ চিহ্ন :—**রেডিও সার্কিটে ব্যবহৃত পার্টসগুলির মধ্যে তার দিয়ে যে সংযোগ সাধন করা হয়, সেই সকল তারগুলিকে অঙ্কন করার জন্য সরু লম্বা লাইনের সাহায্য গ্রহণ করা হয়। কিন্তু এই লাইন অঙ্কনে যে দুইটি গুরুত্বপূর্ণ সমস্যার সম্মুখীন হতে হয়, সে দুইটি অসংযোগ আর

সংযোগ। অর্থাৎ সার্কিটের যে সকল স্থানে দুইটি তার পরস্পরে মিলিত হয়ে সংযোগ সৃষ্টি করেছে সেই সকল স্থান ও যেখানে উভয়ে মিলিত না হয়ে একটি অপারটির ঘাড়ের উপর দিয়ে চলে গেছে সেই সকল স্থানকে স্পষ্ট ভাবে দেখানই হচ্ছে সার্কিট অঙ্কনের প্রধান সমস্যা। এই সমস্যাকে সমাধান করা হয় যথাক্রমে ২২৭ ও ২২৮নং চিত্রে অঙ্কিত চিহ্ন দ্বারা। ২২৭নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব,



২২৭নং

তারের সংযোগ



২২৮নং

অসংযোগ

যেখানে তার দুইটি সংযোগ ও অসংযোগ পরস্পরে মিলিত হয়েছে সেই স্থানটিতে একটি মোটা বিন্দুর দ্বারা চিহ্নিত



২২৯নং

ডবল পোল সুইচ



২৩০নং

সিঙ্গেল পোল সুইচ



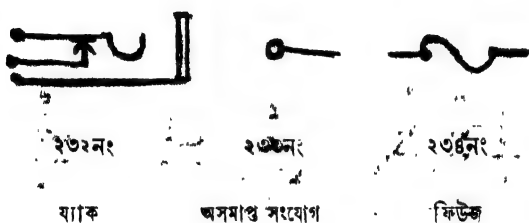
২৩১নং

সিঙ্গেল পোল ডবল-থ্রু সুইচ

করা হয়েছে কিন্তু ২২৮নং চিত্রের ঐ স্থানের একটি তারকে অর্ধবৃত্তাকারে অপারটির উপর রাখা হয়েছে। এর দ্বারা সহজেই সংযোগ ও অসংযোগের পার্থক্য বুঝা যায়।

সুইচ-সার্কিটে ওপেনু আর ক্লোজ (off-on) করার কাজে যে সুইচ ব্যবহৃত হয় তার আকৃতি বিভিন্ন প্রকারের হয়ে

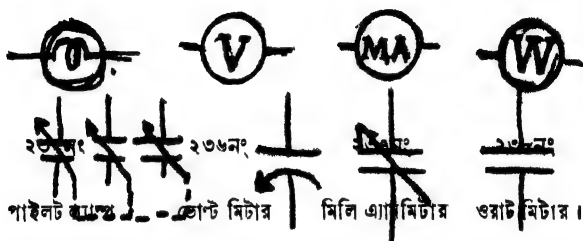
থাকে। তাদের সবগুলিকেই অঙ্কন করে দেখান সম্ভব নয়, তাই এখানে কেবল তিন প্রকার সুইচকে ২২৯, ২৩০ ও ২৩১নং চিত্রে যথাক্রমে ডবল-পোল সুইচ, সিঙ্গেল-পোল সুইচ ও সিঙ্গেল-পোল-ডবল থ্রে। সুইচ দেখান হয়েছে। আর এক প্রকারের সুইচ আছে যার দ্বারা এক সার্কিটকে অপর সার্কিটের সাথে সংযোগ সাধন করা যায়। আবার দুইটি বিভিন্ন পোলারিটির তারকে একটি প্লাগ দ্বারা সংযোগের ব্যবস্থা করা যায়। এইরূপ প্লাগকে বলা হয় **য্যাক**। এই য্যাক সাধারণতঃ রিসিভারের ফোনোগ্রাফ এ্যাডাপটার হিসাবে



ব্যবহৃত হয়ে থাকে; যার ফলে, ফোনোগ্রাফ পিকাপকে রিসিভারের অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যাম্পলিফায়ারের সাথে যুক্ত করা সম্ভব হয়। ২৩২নং চিত্রে য্যাককে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। য্যাক ছাড়াও সার্কিটে ব্যবহৃত কোন স্থানে অসমাপ্ত সংযোগ বিন্দুকে ২৩৩নং চিত্রের তায় অঙ্কন করা চলে আর সার্কিটে যদি কোন ফিউজ সংযোগের ব্যবস্থা করতে হয়, যার দ্বারা অতিরিক্ত ভোল্টেজ থেকে রিসিভারকে রক্ষা করা হয়, তাহলে ২৩৪নং চিত্রে অঙ্কিত সাক্ষেতিক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।

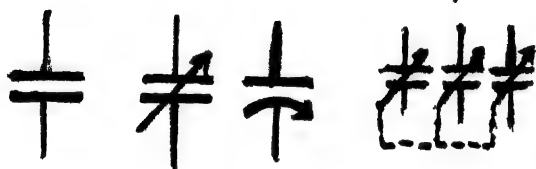
পাইলট ল্যাম্প অঙ্কনের জন্য সার্কিটের যে চিহ্ন ব্যবহার করা হয় তাকে ২৩৫নং চিত্রে দেখান হয়েছে, আর ২৩৬নং চিত্রে ভোল্ট মিটারকে, ২৩৭নং চিত্রে মিলি-এ্যাম্‌মিটারকে ও ২৩৮নং চিত্রে ওয়াট মিটারকে দেখান হয়েছে।

**কন্ডেন্সার :—**রেজিষ্ট্যান্স ও কন্ডেন্সার সম্বন্ধে পূর্বের বিশদ ভাবে আলোচনা করা হয়েছে এবং তারই সাথে তাদের প্রকৃত আকৃতিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। কিন্তু সার্কিটে অঙ্কিত চিহ্নের সাথে তাদের প্রকৃত আকৃতিগত পার্থক্য



থাকলেও কার্য্যকারক পার্থক্যকে সম্পূর্ণ ভাবে রক্ষা করা হয়েছে। ২৩৯নং চিত্রে ফিক্সড কন্ডেন্সার এবং ২৪০ ও ২৪১নং চিত্রে ভেরিএবল কন্ডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। **ভেরি-এবল কন্ডেন্সারের** আকৃতি ফিক্সড কন্ডেন্সারের অনুরূপ; তবে ভেরিএবল কন্ডেন্সারের বেলায় একটি তীর চিহ্নকে গ্রহণ করা হয়। এর দ্বারা বুঝান হয় যে, কন্ডেন্সারের ক্যাপাসিটিকে ইচ্ছা মত নিয়ন্ত্রিত করা যায় অর্থাৎ কম বেশী করা যায়। তাই এর নাম হচ্ছে ভেরিএবল কন্ডেন্সার। ২৪০নং চিত্র ও ২৪১নং চিত্রের সাথে অঙ্কনের দিক দিয়ে পার্থক্য

থাকলেও তারা উভয়েই এক। ২৪১নং চিত্রের কন্ডেন্সারটির নীচের প্লেটটি একটু বেঁকিয়ে আঁকা হয়েছে কারণ, এর দ্বারা বুঝান হয় যে, এটি রোটোর প্লেট। কারণ কন্ডেন্সারের যে প্লেটটিকে ঘোরান হয়, তাকে বলা হয় রোটোর প্লেট। আর যে প্লেটটি স্থির অবস্থায় থাকে তাকে বলা হয় ষ্টেটর প্লেট। ২৪২নং চিত্রে তিনটি ভেরিএবল কন্ডেন্সারকে এক জায়গায় করে রাখা হয়েছে। এইরূপ কন্ডেন্সার সাধারণতঃ সুপারহেট সেটেই দেখতে পাওয়া যায়। তিনটি কন্ডেন্সারকে এক জায়গায় একত্রিত করা থাকে বলেই একে বলা হয় থ্রি গ্যাং-কন্ডেন্সার।



২৩৯নং

২৪০নং

২৪১নং

২৪২নং

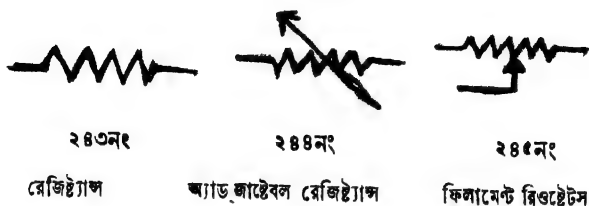
ফিক্সড কন্ডেন্সার

ভেরিয়েল কন্ডেন্সার

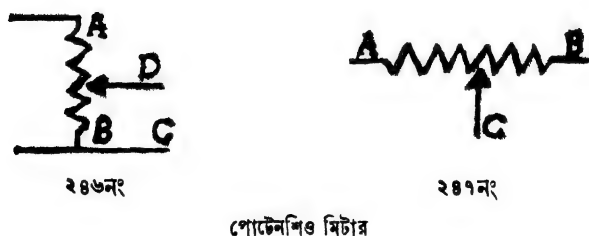
থ্রি-গ্যাং কন্ডেন্সার

**রেজিষ্ট্যান্স**—আঁকা বাঁকা লাইনই যে রেজিষ্ট্যান্স অঙ্কনের একমাত্র চিহ্ন, সে কথা সকলেই জানেন, কারণ, বৈদ্যুতিক জগতে এর প্রয়োগ সচরাচর সকল সময়েই চোখে পড়ে। ২৪৩নং চিত্রে অঙ্কিত রেজিষ্ট্যান্স যে কেবল রেডিওর কাজে ব্যবহৃত হয় তা নয়, বৈদ্যুতিক কাজেও এর প্রয়োজন অপরিহার্য।

এ পর্য্যন্ত করেল, কন্ডেন্সার প্রভৃতি ক্ষেত্রে কেবল মাত্র তীর চিহ্নই একমাত্র বলে দেখে এলাম, যার দ্বারা তাদের নিয়ন্ত্রিত অবস্থাকে বুঝায়। তাই ২৪৪নং চিত্রেও তার ব্যতিক্রম হয়নি কারণ, এই রেজিস্ট্যান্সের দ্বারাও রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত করা হয়। তাই একে বলা হয় এড্‌জাস্টেবল রেজিস্টর।



২৪৫নং চিত্র পূর্বের চিত্রের অনুরূপ হলেও এর দ্বারা কেবল তীর চিহ্নটি রেজিস্ট্যান্সের সাথে আলাদা ভাবে লাগান বুঝায়।



এইরূপ রেজিস্ট্যান্স ফিলামেন্ট রেজিস্টেন্স হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ২৪৬ ও ২৪৭নং চিত্রে যে রেজিস্ট্যান্সটি দেখান হয়েছে, তাদের বলা হয় পোটেনশিওমিটার।

**হেডফোন ও স্পিকার :—**২৪৮নং চিত্রে হেডফোনকে দেখান হয়েছে। এই হেডফোনই হলো সর্ব প্রথম আবিষ্কৃত

যন্ত্র ; যার দ্বারা ইলেকট্রিক্যাল ইম্পালসকে শব্দে রূপান্তরিত করা সম্ভব হয়েছে। এর গঠন প্রণালী অত্যন্ত সহজ। ২৪৯নং চিত্রে যে চিত্রটি দেখান হয়েছে সেটি হচ্ছে মাইক্রোফোনের চিত্র এই মাইক্রোফোন থেকে পাওয়া কারেন্ট ইম্পালস যখন ঝাঁপার সমুদ্র ভেদ করে রিসিভারের গ্র্যাম্ফোফোনের সার্কিটের আউট-পুটে এসে উপস্থিত হয় তখন হেডফোনের মধ্যে রক্ষিত E আকৃতি লৌহ খণ্ডের গায়ে জড়ান কয়েলের অপর প্রান্ত আউট-পুটে যুক্ত থাকায়, কারেন্ট ইম্পালসের ফলে লৌহ-খণ্ডটি চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় ; আর তারই উপর আঙ্গা ভাবে রক্ষিত



২৪৮নং

হেডফোন



২৪৯নং

মাইক্রোফোন

লৌহ-পাতটিকে আকর্ষণ করে। এই ভাবে মাইক্রোফোনের ইম্পাল্‌স কারেন্ট অনুযায়ী লৌহখণ্ডটি চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় ; আর তার ফলেই লৌহ পাতটি কাঁপতে থাকে। ফলে, তার সম্মুখভাগের বায়ুর মধ্যে আলোড়নের ফলেই শব্দের সৃষ্টি হয়।

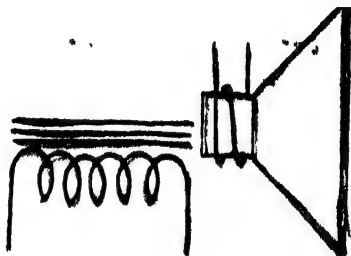
এই ভাবে শব্দকে শুনা সম্ভব হলেও এ কেবল এক জনেরই শ্রবণোপযুক্ত হওয়ায় বৈজ্ঞানিকেরা স্থির থাকতে পারলেন না। তাই তাঁরা এর উন্নতি সাধনে গভীর মননিবেশ করলেন এবং লাউড স্পিকারের সৃষ্টি করলেন, যার দ্বারা এক সঙ্গে অনেক-গুলি লোকের শুনা সম্ভব হল। এই লাউড-স্পিকার সম্বন্ধে পূর্বের আলোচনা করেছি এবং এর প্রকৃত আকৃতিকে দেখিয়েছি।

কিন্তু ২৫০নং ও ২৫১নং চিত্রে স্পিকারের যে চিহ্ন অঙ্কন করেছি, সেটা হল, সার্কিটের ক্ষমতা স্পিকার অঙ্কনের সহজ পন্থা। চিত্র দুইটিকে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, উভয়ের মধ্যে অঙ্কনগত পার্থক্য আছে। কারণ পূর্বের স্পিকারের আলোচনা প্রসঙ্গে



২৫০নং

পারমানেন্ট ম্যাগনেট টাইপ



২৫১নং

ইলেকট্রো ডাইনামিক টাইপ

বলা হয়েছে যে, স্পিকার সাধারণতঃ দুই ভাগে বিভক্ত ; যেমন পারমানেন্ট-ম্যাগনেট-ডাইনামিক স্পিকার আর ইলেকট্রো-ডাইনামিক স্পিকার তাই ২৫০নং চিত্রে পারমানেন্ট ম্যাগনেট ও ২৫১নং চিত্রে ইলেকট্রো-ডাইনামিক স্পিকারকে দেখান হয়েছে।



## **Test Questions**

1. *In the symbol of a tube how is the grid represented ?*
2. *What is the meaning of the term "Transformer" ?*
3. *Where are iron-core transformers used ? Where are air-core transformers used ?*
4. *Draw the symbol that is most generally used for the three gang condenser.*
5. *Draw a symbol of battery. Does the number of lines in the symbol of a battery indicate the number of cells in it ?*
6. *In the symbol of resistance how is the potentiometer represented ? The adjustable resistance ? The filament rheostat ?*

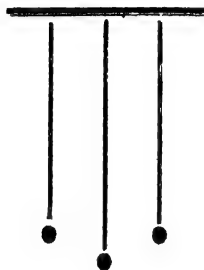
---

---

# প্রাকটিক্যাল শিক্ষা

---

---



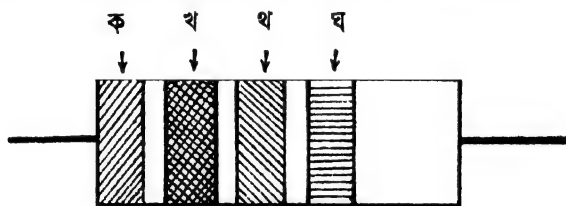


## দ্বাদশ অধ্যায়

### কলার কোড

( Colour Code )

হাতে-কলমে শেখার কাজে কলার কোড হচ্ছে, এক মাত্র চাবিকাঠি। কারণ, হাতে কলমে কাজ করতে গেলেই ছোট বড় নানা আকারের রেজিস্ট্যান্স ও কনডেন্সারের সম্মুখীন হতে হয়; আর তাদের পরিমাণ এত উচ্চ মাত্রায় হয়ে থাকে যে, তাদের প্রত্যেকটি অক্ষরকে ঐ ছোট ছোট আকৃতির রেজিস্ট্যান্সের গায়ে সুপষ্ট ভাবে লিখে দেওয়া সম্ভব নয়। তাই



২৫২নং চিত্র।

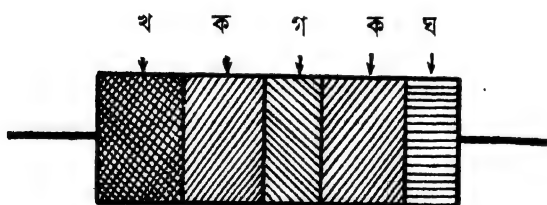
প্রস্তুতকারকেরা এক প্রকার কলার কোডের (সাম্প্রতিক রঙের চিহ্ন) সৃষ্টি করলেন, আর তার নাম দিলেন R. M. A (রেডিও ম্যানুফ্যাকচারার্স এসোসিয়েশন) স্ট্যান্ডার্ড কলার কোড। তাই বলছিলাম প্রত্যেক শিক্ষার্থীর এই কলার কোডের সাথে খুব গভীর ভাবে পরিচিত হওয়া দরকার। প্রথমেই আসা যাক রেজিস্ট্যান্সে।

কলার কোডের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়ের



ব্যাপারে সাধারণতঃ তিনটি পদ্ধতিকে গ্রহণ করা হয়ে থাকে ।  
যেমন—

**প্রথম হচ্ছে** ২৫২নং চিত্রে অঙ্কিত রেজিষ্ট্যান্সের শ্রায় এক পাশে চিহ্নিত চারটি রঙের ব্যাণ্ড বিশিষ্ট ( Four bands of colour ) । এইরূপ রেজিষ্ট্যান্সের গায়ের ( body ) রঙও রেজিষ্ট্যান্সটির গঠন প্রণালী ( construction ) সম্বন্ধে কিছুটা নির্দেশ দেয় । যেমন :—যদি রেজিষ্ট্যান্সের গায়ের রঙ হয় কালো তাহলে বুঝতে হবে, রেজিষ্ট্যান্সটি বিনা ইনসুলেসন ( Non-insulated ) পদার্থ দিয়ে তৈরী ; আর যদি গায়ের রঙ হয় সাদা তাহলে বুঝতে হবে রেজিষ্ট্যান্সটি ইনসুলেটেড পদার্থ দিয়ে তৈরী । আবার চক্লেট ( Dark-Brown ) রঙের



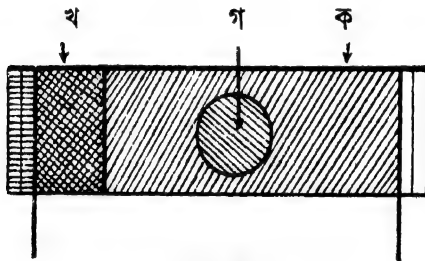
২৫৩নং চিত্র ।

হলে বুঝতে হবে রেজিষ্ট্যান্সটি ইনসুলেসন যুক্ত তার দিয়ে জড়ান ( Insulated Wire-wound Resistor ) ।

**দ্বিতীয় হচ্ছে** ২৫৩নং চিত্রের শ্রায় তিনটি রঙের ব্যাণ্ড-যুক্ত রেজিষ্ট্যান্স । তিনটি ব্যাণ্ডের মধ্যে দুইটি ব্যাণ্ড থাকে রেজিষ্ট্যান্সটির দুই প্রান্তে ও অপরটি থাকে রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যস্থলে অঙ্কিত । এইরূপ রেজিষ্ট্যান্সের গায়ের রঙকে কলার কোডের মধ্যে ধরা হয় ।

তৃতীয় হচ্ছে ২৫৪নং চিত্রের স্থায়। এইরূপ রেজিষ্ট্যান্সকে বলা হয়, কার্বন টাইপ রেজিষ্ট্যান্স। এদেরও তিনটি রঙের ব্যাণ্ড থাকে। তার মধ্যে একটি হচ্ছে, গায়ের মূল রঙ, অপরটি রেজিষ্ট্যান্সের যে কোনও এক মাথায় চিহ্নিত রঙের ব্যাণ্ড। আর শেষটি হচ্ছে, রেজিষ্ট্যান্সটির মাঝামাঝি জায়গায় তৃতীয় রঙের একটি বিন্দু।

এই হলো রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়ের তিনটি পদ্ধতি ; কিন্তু শুধু মাত্র পদ্ধতিগুলো জানলেই তো আর চলবে না, রঙ সাজানর কৌশলগুলিও জানা দরকার অর্থাৎ কোন রঙটি প্রথম, কোনটি দ্বিতীয় ও কোনটি তৃতীয়, তা স্থির করবার নিয়ম-গুলিও জানা দরকার।



২৫৪নং চিত্র।

চিত্রগুলি লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, রঙের ব্যাণ্ডগুলিকে নির্দেশ করার জন্য ক, খ, গ এবং ঘ এই চারটি সংখ্যার সাহায্য নেওয়া হয়েছে। তার মধ্যে ‘ক’ হচ্ছে রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়ের প্রথম নির্দেশক, ‘খ’ হচ্ছে দ্বিতীয় নির্দেশক, কিন্তু ‘গ’ হচ্ছে পরিমাণ নির্ণয়ের তৃতীয় নির্দেশক ; যার পরিমাণ দ্বারা প্রথম দুইটি (ক ও খ) নির্দেশকের পরিমাণ গুণ হয়ে রেজিষ্ট্যান্সের সমস্ত পরিমাণকে ওমস হিসাবে নির্দেশ দেয়। আর ‘ঘ’ হচ্ছে রেজিষ্ট্যান্সের এ্যাকচুয়েল ভ্যালুর

নির্দেশক বা টলারেন্স; যার দ্বারা নির্দেশিত পরিমাণের ভ্যালুর চেয়ে মাপটি কত পারসেন্ট কম বেশী তাই বুঝায়। আবার কোন কোন রেজিষ্ট্রাল্লে (সাধারণতঃ কার্বন রেজিষ্ট্রাল্লে) ‘খ’ ব্যাণ্ডটি থাকে না। এই না থাকার অর্থ হচ্ছে, তার টলারেন্স ২০%। তাহলে দেখা গেল, কেবল মাত্র ক, খ, গ, এই তিনটি সংখ্যাই রেজিষ্ট্রাল্লে যে কোন পরিমাপের নির্দেশক। তার মধ্যে প্রথম দুটি, সংখ্যা দ্বারা ও তৃতীয়টি শূন্যের দ্বারা প্রকাশ করা হয়। নিম্নলিখিত তালিকাটি লক্ষ্য করলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে :—

### তালিকা

কলার	১ম সংখ্যা ( ক )	২য় সংখ্যা ( খ )	গুণক রাশী ( গ )	টলারেন্স ( ঘ )
রূপালী ( Silver )	...	...	০.০১	১০
সোনালী ( Gold )	...	...	০.১	৫
কালো ( Black )	...	০	১	...
চক্লেট ( Brown )	১	১	১০	...
লাল ( Red )	২	২	১০০	...
কমলা ( Orange )	৩	৩	১০০০	...
হলুদ ( Yellow )	৪	৪	১০০০০	...
সবুজ ( Green )	৫	৫	১০০০০০	...
নীল ( Blue )	৬	৬	১০০০০০০	...
বেগুনি ( Violet )	৭	৭	১০০০০০০০	...
ধূসর ( Grey )	৮	৮	১০০০০০০০০	...
সাদা ( White )	৯	৯	১০০০০০০০০০	...

এইবার উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। যেমন ধরা যাক রেজিষ্ট্র্যান্সের 'ক' চিহ্নিত ব্যাণ্ডটি হচ্ছে লাল, 'খ' হচ্ছে সবুজ, 'গ' হচ্ছে কমলা আর 'ঘ' হচ্ছে সোনালি। তাহলে রেজিষ্ট্র্যান্সটির পরিমাণ হবে ২৫,০০০ ওমস্ আর টলারেন্স হিসাবে হবে ২৫,০০০ ওমসের কম বেশী ( + - ) ৫% পারসেন্ট ; ২৫,০০০ ওমসের পাঁচ পারসেন্ট টলারেন্স থাকলে তার পরিমাণ হয় প্রায় ২৩,৭৫০ ওমস্ থেকে ২৬,২৫০ ওমস্ কারণ, ২৫,০০০ ওমসের পাঁচ পারসেন্ট হচ্ছে ১,২৫০ ওমস্। কিন্তু যদি 'ঘ' চিহ্নিত ব্যাণ্ডে সোনালীর পরিবর্তে রূপালী রঙ থাকে, তাহলে রেজিষ্ট্র্যান্সটির পরিমাণ হবে ২২,৫০০ ওমস্ ও ২৭,৫০০ ওমসের মধ্যে ; কারণ, আমরা জানি, ২৫,০০০ ওমসের দশ পারসেন্ট হয় ২,৫০০ ওমস্। আবার যদি রেজিষ্ট্র্যান্সের গায়ে কোন টলারেন্স চিহ্ন না থাকে তাহলে রেজিষ্ট্র্যান্সের পরিমাণ হবে ২০,০০০ ওমস্ থেকে ৩০,০০০ ওমসের মধ্যে ; কারণ ২৫,০০০ ওমসের কুড়ি পারসেন্ট হয় ৫,০০০ ওমস্।

এতো গেল কলার কোডের সাহায্যে রেজিষ্ট্র্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়। এইবার আসাযাক কনডেন্সারের ব্যাপারে। পেপার টাইপ কনডেন্সারের পরিমাণ নির্ণয়ের জন্য কলার কোডের প্রয়োজন হয় না। তবে একেবারেই যে প্রয়োজন হয় না, এমন কথা বলি না কারণ, টিউবুলার পেপার কনডেন্সার নামে এক প্রকার কনডেন্সার আছে, যাতে কলার কোডকে তার পরিমাণ নির্দেশক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। তবে এরূপ কনডেন্সার বিশেষ দেখা যায় না বলেই এর বিষয় আর উল্লেখ করলাম না।

কলার কোড যুক্ত যে সকল কনডেন্সার সচরাচর চোখে পড়ে সেগুলি হচ্ছে, মাইকা কনডেন্সার ; চ্যাপ্টা-চৌক

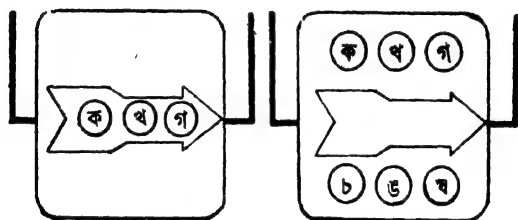


আকৃতির এই কনডেন্সারগুলিতেও পরিমাণ নির্ণয়ের ব্যাপারে কলার কোডের দুই রকমের প্রচলন আছে। যেমন—

১। তিনটি বিন্দু (dot) যুক্ত কনডেন্সার।

২। ছয়টি বিন্দু (dot) যুক্ত কনডেন্সার।

২৫৫নং চিত্রের স্থায় তিনটি বিন্দুযুক্ত কনডেন্সারের পরিমাণ নির্ণয় অত্যন্ত সহজ। এই বিন্দুগুলির প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয়কে নির্দিষ্ট করার জ্ঞান একটি তীর চিহ্ন দেওয়া থাকে যার দ্বারা কোন্টি আগে ও কোন্টি পরে তা সহজ ভাবেই বুঝা যায়। এই তিনটি বিন্দুই হচ্ছে কলার কোডে ব্যবহৃত ক, খ এবং গ (তিন বিন্দুযুক্ত মাইকা কনডেন্সারে টলারেঞ্জকে দেখান হয় না বলেই ‘ঘ’ এর ব্যবহার নাই)। এই তিনটি



২৫৫নং চিত্র।

২৫৬নং চিত্র।

বিন্দুই রেজিস্ট্যান্সের ন্যায় সংখ্যা ও শূন্য-সংখ্যাগুলির নির্দেশ দেয়। তবে কনডেন্সারের ক্ষেত্রে ঐ তিনটি বিন্দুর দ্বারা নির্ণিত পরিমাণকে প্রকাশ করা হয়  $\mu\mu fd$  অর্থাৎ মাইক্রো-মাইক্রোফ্যারাড। এক্ষেত্রে মনে করিয়ে দেওয়া যেতে পারে যে, রেজিস্ট্যান্সের বেলায় তার পরিমাপকে ওমস্ কথার সাহায্যে প্রকাশ করা হয়।

এইবার দেখা যাক, যদি ‘ক’ বিন্দুটি হয় চক্লেট, ‘খ’ বিন্দুটি হয় কালো আর ‘গ’ বিন্দু হয় চক্লেট তাহলে কনডেন্সারটির পরিমাপ কত হবে।

( ক ) চক্লেট—১ ( খ ) কালো—০ ( গ ) চক্লেট—১ (০)

∴ কন্ডেন্সারের পরিমাপ=১০০ মাইক্রো-মাইক্রো-ক্যারাড, অথবা ০০০১ মাইক্রোক্যারাড।

২৫৬নং চিত্রে ছয়টি বিন্দুযুক্ত কন্ডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ করলে দেখতে পাব, এখানে ক, খ, গ ও ঘ এই চারটি সংখ্যা ছাড়াও 'ঙ' এবং 'চ' এই দুইটি সংখ্যা বেশী আছে। তাই এইগুলির সাহায্যে কলার কোড দেখে পরিমান নির্দিষ্ট করার ব্যাপারে একটু পার্থক্য আছে। এইরূপ কন্ডেন্সারের বেলায় ক, খ ও গ এই তিনটি, সংখ্যার নির্দেশক। ঘ বিন্দু হচ্ছে কেবল শূণ্যের নির্দেশক। কিন্তু যদি কালো থাকে তাহলে শূণ্য নেই বুঝতে হবে। 'ঙ' বিন্দু হচ্ছে টলারেঞ্জের নির্দেশক অর্থাৎ যদি সোনালী, রূপালী বা চিহ্নহীন হয় তাহলে পূর্বের ঞায় এখানেও যথাক্রমে ৫%, ১০% ও ২০% এর নির্দেশ দেয়। আর 'চ' বিন্দু হচ্ছে সংখ্যা বা সিগনিফিকেট ফিগার অনুযায়ী শতক ভোল্টেজের নির্দেশক। কিন্তু যদি 'চ' বিন্দুতে সোনালী বা রূপালী চিহ্ন থাকে তাহলে যথাক্রমে ১০০০ ও ২০০০ ভোল্ট বুঝায়। আর চিহ্ন হীন হলে ৫০০০ ভোল্ট বুঝায়। এখন ধরা যাক 'ক' বিন্দু হচ্ছে লাল, 'খ' বিন্দু হচ্ছে বেগুনি, 'গ' বিন্দু হচ্ছে সবুজ, 'ঘ' বিন্দু হচ্ছে কালো 'ঙ' বিন্দু হচ্ছে সোনালী আর 'চ' বিন্দু হচ্ছে হলুদ তাহলে সংখ্যাগুলিকে সাজালে হয়:—

ক=২                      গ=৫                      ঙ=৫%

খ=৭                      ঘ=শূণ্য নেই                      চ=৪০০ ভোল্ট

∴ কন্ডেন্সারের পরিমাণ=২৭৫ মা: মা: ক্যারাড বা ০০০২৭৫ মা: ক্যারাড ৫% টলারেঞ্জ ও ভোল্টেজ রেটিং ৪০০ ভোল্ট।



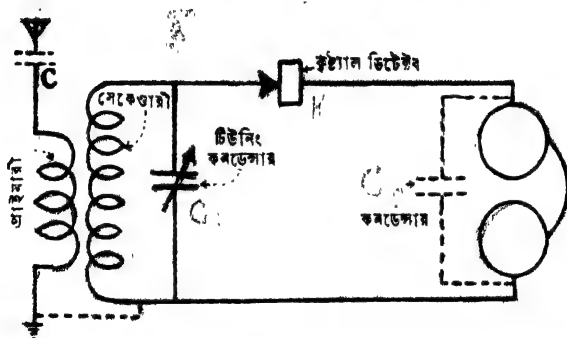
## কুষ্ঠ্যাল সেট নির্মাণ প্রণালী

(প্রতিটি ষ্টেজের বিশ্লেষণ ও গঠন কোশল)

আশা করি, এ পর্য্যন্ত ইলেকট্রিসিটি ও সাউণ্ড এবং কি করে রেডিও সিগন্যাল আকাশ পথে দূরবর্তী গ্রাহক যন্ত্রে পাঠিয়ে দেওয়া হয়, সে সম্বন্ধে একটা মোটামুটি বিবরণ দিতে পেবেছি। এখন কেবল গ্রাহক যন্ত্রের প্রতিটি বিভাগকে পৃথক পৃথক ভাবে উল্লেখ করে হাতে কলমে যন্ত্র নির্মাণের সহজ পদ্ধতিটি দেখিয়ে দেবার চেষ্টা করবো মাত্র, যার ফলে শিক্ষার্থীরা নিজ নিজ গবেষণাগারে বসে নিজস্ব যন্ত্র পাতির সাহায্যে ঐ যন্ত্র নির্মাণ করে ও তার সার্কিটকে বিভিন্ন ভাবে পরিবর্তন করে যাতে জোর ও ভাল আওয়াজ পাওয়ার জন্য পরিশ্রম করে উচিতমত শিক্ষা লাভ করতে পারেন।

**সার্কিটের বিশ্লেষণ :—**১৫৭নং চিত্রে একটি কুষ্ঠ্যাল ডিটেক্টরযুক্ত সরল গ্রাহক যন্ত্রকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। যন্ত্রটি অবশ্য অত্যন্ত পুরানো : কারণ আমরা জানি রেডিও ভ্যালভ্‌ আবিষ্কারের পূর্বে কুষ্ঠ্যালের সাহায্যেই গ্রাহক-যন্ত্র নির্মাণ করা হতো এবং আজও উন্নত ধরনের কুষ্ঠ্যাল যুক্ত এইরূপ যন্ত্র দেখতে পাওয়া যায়। কুষ্ঠ্যালই হচ্ছে, এ যন্ত্রের প্রধান অঙ্গ, কারণ, কুষ্ঠ্যালের কোন বিশেষ ধর্মকে অবলম্বন করেই গ্রাহক-যন্ত্রে রেডিও ওয়েভগুলি গ্রহণোপযোগী করা সম্ভব হয়েছে। পূর্বেই বলেছি যন্ত্রটি অত্যন্ত পুরানো, তাই এই গ্রাহক-যন্ত্র দ্বারা মাত্র ২০ মাইলের মধ্যে অবস্থিত প্রেরক-

যন্ত্র থেকে প্রেরিত রেডিও সিগন্যালগুলি ধরা পড়ে। কিন্তু পুরাণে ও কম শক্তিশালী যন্ত্র হলেও প্রথম শিক্ষার্থীদের পক্ষে প্রথমেই কুণ্ডাল দিয়ে সেট তৈরী করে এর কলা-কৌশলগুলি জানবার প্রয়োজন আছে। কারণ, এর এমন কয়েকটি গুণ আছে, যার গুরুত্ব অস্বীকার করলে আরো আধুনিক কাজগুলি বুঝতে তাদের অনুবিধা হবে। আর যন্ত্রটির সম্বন্ধে আমাদের প্রকৃত জ্ঞান থাকাই বাঞ্ছনীয়; কেননা, এই আদি গ্রাহকযন্ত্রের



১৫৭নং চিত্র—একটি কুণ্ডাল ডিটেইল যুক্ত সরল গ্রাহক যন্ত্রের সহজ চিত্র।

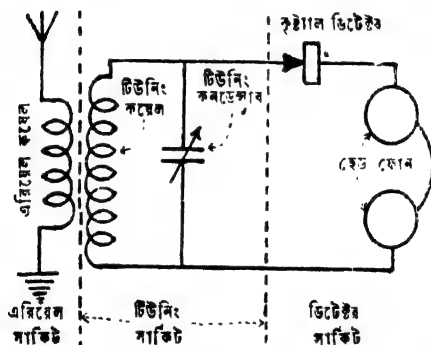
(এর প্রত্যেকটি পার্টস-এর পরিমাণকে যথাস্থানে উল্লেখ করা হয়েছে)

তথ্যগুলি জানাথাকলে পরবর্তীকালে ভ্যালভের সাহায্যে সেট গঠনের কাজও বুঝতে সহজ হবে।

সার্কিটের তিনটি প্রধান ধর্ম:—আমরা জানি, যে কোন একটি সাধারণ রিসিভারকে প্রধানত: তিনটি কাজ করতে হয়। প্রথম হচ্ছে, রিসিভিং অর্থাৎ বিশদ ভাবে বলতে গেলে বলতে হয়, ঈশ্বরের (শৃঙ্খর) মধ্যদিয়ে প্রবাহিত ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভস থেকে ইম্পিড ম্যাসেসকে রিসিভারে নিয়ে আসা; দ্বিতীয় হচ্ছে, টিউনিং অর্থাৎ ইম্পিড ম্যাসেসকে

নির্বাচন করে নেওয়ার কাজ। আর তৃতীয় ২৬-২৭, ডিটেকটিং বা ডি-মডিউলেসন অর্থাৎ মডিউলেটেড রেডিও ওয়েভস বা ঐ ঈম্পিত ম্যাসেজ থেকে অডিও ওয়েভসকে আলাদা করে নিয়ে তাকে শ্রবনোপযোগী করে তোলার কাজ। তাই এই তিনটি ধর্মকে রক্ষা করেই ২৫৮ নং চিত্রটিকে তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা :—

- ১। এরিয়াল সার্কিট।
- ২। টিউনিং সার্কিট।
- ৩। ডিটেক্টর-সার্কিট।



২৫৮নং চিত্র—কৃষ্টাল ডিটেক্টর সার্কিটের বিভিন্ন কার্যকারিতা। অনুবাদী চিত্রটিকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব এরিয়াল সার্কিটের মধ্যে আছে (১) এরিয়াল (২) লেড-ইন্-ওয়ার (৩) এরিয়াল কয়েল (৪) এবং এই সম্পর্কে যেখানে সেখানে ভূমি-সংযোগ (আর্থ) করা প্রয়োজন ও তার ব্যবস্থা।

টিউনিং সার্কিটে আছে দুইটি অংশ, তার একটি হচ্ছে, টিউনিং কয়েল ও অপরটি টিউনিং কন্ডেন্সার। তা ছাড়া কোন কোন ক্ষেত্রে ভাল রিসেপশনের জন্য ভূমি সংযোগের ব্যবস্থা করা হয়ে থাকে। (২৫৭নং চিত্রে ডট লাইন দ্বারা দেখান হয়েছে।

ডিটেক্টর সার্কিটের চিত্রে দেখা যাচ্ছে, দুইটি অংশ মাত্র (১) কুষ্ঠ্যাল ডিটেক্টর (২) হেডফোন।

এই হলো কুষ্ঠ্যাল যন্ত্রে (২৫৭নং চিত্রে অঙ্কিত) ব্যবহৃত অংশগুলির পরিচয়। এইবার তাদের প্রত্যেকটির কার্যপ্রণালী ও পরবর্তী অংশগুলির সাথে তার সম্পর্ক সম্বন্ধে ব্যাখ্যা করা হবে। কিন্তু ব্যাখ্যা করবার জন্য যে তিনটি বিষয়কে অবলম্বন করা হবে, তাদের পরিচয়গুলি আগে থেকে সংক্ষিপ্ত ভাবে বলে রাখলে পরবর্তী অনুচ্ছেদগুলিতে এ সকলের যে ব্যাখ্যা করা হবে সেগুলি সহজেই বোধগম্য হবে।

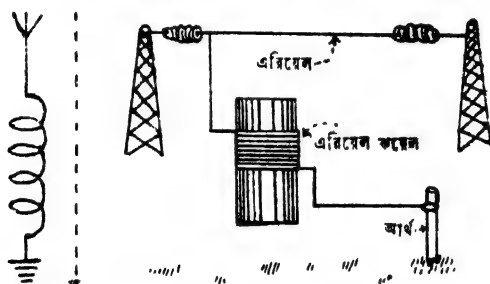
শুধু কুষ্ঠ্যাল সার্কিট বলেই নয়, যে কোন রেডিও সার্কিটের বিশ্লেষণ করতে গেলেই দেখা যায় যে, এ সম্পর্কে তিনটি আবশ্যকীয় বিষয়ে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। সেগুলি হচ্ছে :—

- ১। এই সার্কিটের কার্যকারিতা কি ?
- ২। এর ভিতরে যে বিভিন্ন অংশগুলি আছে তাদের আকার ও গঠনপ্রণালীর বৈশিষ্ট্য কি ? এবং এরা কি নিয়মে কাজ করে ?
- ৩। এই সার্কিটের মধ্যে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তার বা তাদের স্বরূপ কি এবং সেই সঙ্গে তাদের মূল বা উৎপত্তি কোথায় ? আর কতটা তাদের ইন্টেনসিটি (বেগ)।

## এরিয়াল সার্কিট কর্তৃক রেডিও ওয়েভস

### আহরণ

এরিয়াল ও লেড-ইন্-ওয়ার :—২৫৯নং চিত্র যে চিত্রটি দেখান হয়েছে সেটা ২৫৮নং চিত্রে অঙ্কিত এরিয়াল সার্কিটেরই রূপান্তর মাত্র অর্থাৎ ২৫৮নং চিত্রে এরিয়াল সার্কিটের প্রকৃত রূপকে এখানে পৃথক ভাবে দেখান হয়েছে। চিত্রে রেডিও রিসিভারের জন্ত যে এরিয়ালকে দেখান হয়েছে, তার মাপ সাধারণতঃ ৩০ থেকে ১০০ ফুটের একটা খোলা তামার তার হয়ে থাকে ; এবং লেড-ইন্-ওয়ার নামক আর একটি তারের সাহায্যে একে এরিয়াল কয়েলের সাথে যুক্ত করে দেওয়া হয়।

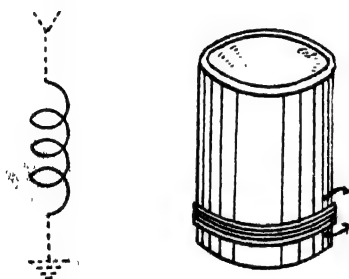


২৫৯নং চিত্র—এরিয়াল সার্কিট।

এই এরিয়াল ও লেড-ইন্-ওয়ারকে অবশ্য জমি এবং পারিপার্শ্বিক দ্রব্যাদির মধ্যে যেগুলি রেডিও এনার্জিকে টেনে নিতে পারে যেমন—ইটের ছাদ, অল্প কোন নিকটবর্তী তার ইত্যাদি... তাদের থেকে ভালভাবে ইনসুলেট করে দিতে হয় ; কারণ, এরিয়ালের উদ্দেশ্যই হচ্ছে, মিডিয়ামকে এমন ভাবে তৈরী করা, যাতে করে এর মধ্যে রেডিও ওয়েভসের সাহায্যে

অন্টারনেটিং কারেন্ট চলাচল করতে পারে। লেড্-ইন্-ওয়ার এই সকল সম্বন্ধে বাহী বিদ্যুৎ প্রবাহগুলিকে এরিয়াল কয়েলের মধ্যে বহন করে নিয়ে যায়, তাই লেড্-ইন্-ওয়ার তারটি কেবল এরিয়াল থেকে রিসিভারের মধ্যেই লাগান হয়। কারণ, এরিয়াল কয়েলটি রিসিভারের ভিতর বসান থাকে।

এরিয়াল কয়েল :—এই কয়েল হচ্ছে, ইন্ডাকশন যুক্ত একটা ফাঁপা পাইপের (ফরমারের) উপর তামার তার দিয়ে জড়ান একটি এয়ার কোর কয়েল। এই পাইপটি সাধারণতঃ একটি তাস্তব (Fibre) বা কার্ডবোর্ডের নল বিশেষ। এর ব্যাস ২ ইঞ্চি থেকে ৩ ইঞ্চি হয়ে থাকে।



২৬০নং চিত্র—এরিয়াল কয়েল।

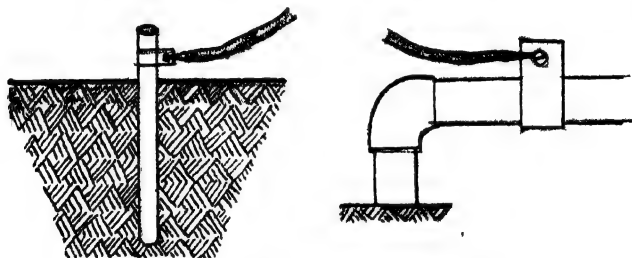
শিক্ষার্থীদের জন্য ২৫৭নং চিত্রে যে কুণ্ড্যাল সেটের চিত্র অঙ্কন করেছি তার এরিয়াল কয়েলের জন্য ২৬০নং চিত্রে যে কয়েলটিকে অঙ্কন করা হয়েছে সেটা হচ্ছে ১৪ ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট একটি কয়েল ফরমারের উপর ৩২নং এলামেল তারে ২৫ পাক জড়ান একটি এরিয়াল কয়েল। এতে কি ভাবে তারগুলি জড়ান আছে তা চিত্র লক্ষ্য করলেই দেখতে পাওয়া যাবে।

এরিয়ালের সাথে যুক্ত এই তারের পাকগুলির মধ্য দিয়ে



প্রবাহিত সিগন্যাল প্রবাহের সাহায্যে একটা অস্টারনেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি করাই এই এরিয়াল কয়েলের কাজ বা উদ্দেশ্য।

ভূমি-সংযোগ—ভূমি-সংযোগ বা আর্থ বলতে বুঝায়, একটা তার দিয়ে এরিয়াল কয়েলের শেষ প্রান্তকে জমির সাথে সংযোগ সাধন করা। তাই ভূমি সংযোগ সাধারণতঃ ভিজে স্যাং-স্যাতে জমিতে একটা লোহার নল বা দণ্ডকে কয়েক ফুট পর্যন্ত পুঁতে ২৬১নং চিত্রের ন্যায় একটা তামার পাতকে তার সাথে সংলগ্ন করে রাখা হয়। এ ছাড়া জলের কলের নল থেকেই ভূমি সংযোগ করা হয়। তার কারণ ঐ নল প্রায়



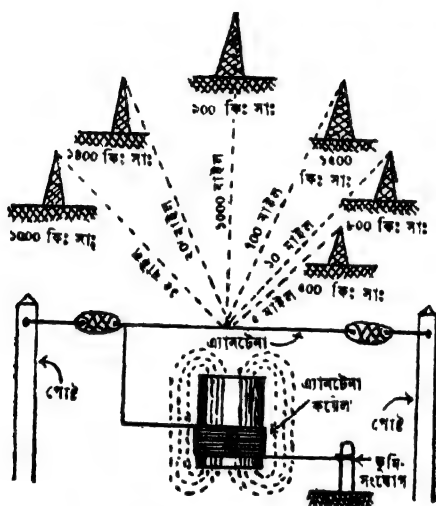
২৬১ ও ২৬২নং চিত্র—আর্থ বা ভূমি সংযোগ।

বহুলাংশে স্যাং-স্যাতে জমির সঙ্গে সংলগ্ন থাকে। জলের পাইপের সাথে কি ভাবে সার্কিটের সঙ্গে ভূমি-সংযোগ করতে হয় তা ২৬২নং চিত্রে দেখান হয়েছে।

### টিউনিং সার্কিট কর্তৃক নির্দিষ্ট সিগন্যালের নির্বাচন

সিগন্যালকে সাউণ্ডে রূপান্তর :—পূর্বেই আমরা দেখেছি যে, পৃথিবীর কোথাও যদি রেডিও ওয়েভসকে চালানোর ব্যবস্থা

করা হয়, তাহলে প্রথমেই সে ট্রান্সমিটার থেকে বেরিয়ে অবিরাম চলতে চলতে দূরে, অতি দূরে শেষ পর্য্যন্ত অনন্তে বিলীন হয়ে যায়। অবশ্য এইভাবে চলতে গিয়ে সকল ওয়েভসই ক্রমশঃ তাদের শক্তি হারায় ও তাদের এ্যাম্প্লিচ্যুডের অপহ্রব ঘটে। কিন্তু তা হলেও ওয়েভসগুলি যত ক্ষুদ্রই হোক

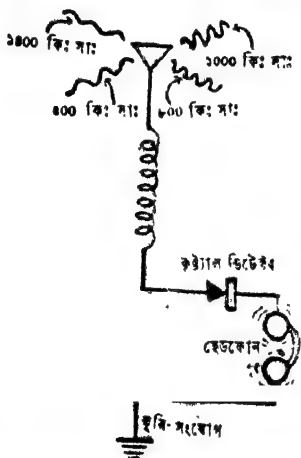


২৬৩নং চিত্রে—দূরবর্তী প্রত্যেকটি ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরিত সিগন্যাল এরিয়ালে এসে পড়েছে।

না কেন তাতে কিছু আসে যায় না। এরিয়ালে খুব অল্প শক্তির ওয়েভস পৌঁছিলে কিছু না কিছু কারেন্ট এরিয়াল সার্কিটে হাজির হবেই। এমন কি সবচেয়ে অনুভূতিশীল রিসিভারেও ধরা যায় না এমন ওয়েভ সকল এরিয়ালে পৌঁছিলে তখনই এরিয়াল সার্কিটে কারেন্ট উৎপন্ন হয়।

বিষয়টিকে সহজভাবে বুঝাবার জন্য ২৬৩নং চিত্রের সাহায্য

নেওয়া হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, বিভিন্ন দূরত্বে অবস্থিত প্রতিটি ট্রান্সমিটার থেকেই সিগন্যাল আমাদের সরল গ্রাহক যন্ত্রের বা রিসিভারের এরিয়ালে এসে উপস্থিত হচ্ছে। তাদের মধ্যে নিকটবর্তী যে গ্রাহকযন্ত্র দেখা যাচ্ছে তাদের দূরত্ব হচ্ছে মাত্র ৫ মাইল। সবচেয়ে দূরবর্তীটির দূরত্ব হচ্ছে ১০০০ মাইল। পূর্বেই বলেছি ট্রান্সমিটার যত দূরেই থাকুক না কেন, তা থেকে প্রেরিত যে কোন ওয়েভস রিসিভারে ধরা

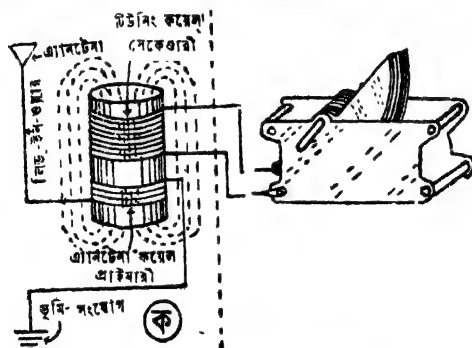


২৬৪নং চিত্র—কেবলমাত্র চারিটি সিগন্যাল এরিয়ালে শক্তিশালী প্রবাহের সৃষ্টি করছে।

পড়বেই। তবে দূরত্ব অনুসারে ওয়েভসগুলির এ্যাম্প্লিচুডের এমন অবনতি ঘটে যার ফলে নিকটবর্তী স্টেশনগুলিই শক্তিশালী বলে বিবেচিত হবে। এক্ষণে আমাদের সরল গ্রাহক যন্ত্রটির কুড়ি মাইলের বেশী দূরবর্তী ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরিত সিগন্যাল গ্রহণের ক্ষমতা না থাকায় চিত্রে অঙ্কিত কেবল ৫, ১০, ১৫ ও ২০ মাইল দূরত্বের স্টেশনগুলি থেকে প্রেরিত ওয়েভসগুলিই এরিয়াল সার্কিটে শক্তিশালী প্রবাহ সৃষ্টি করবে।

কলে, ডিটেক্টর সার্কিটও কেবল ঐ শক্তিশালী ওয়েভসগুলিকে নিয়ে কাজ করবে।

এইবার যদি ২৬৪নং চিত্রের স্থায়্য এরিয়াল সার্কিটের সাথে কৃষ্ণাণ ডিটেক্টর ও হেডফোনটিকে সিরিজে যুক্ত করা হয়, তাহলে নিকটবর্তী স্টেশন থেকে আগত শক্তিশালী ওয়েভগুলি ডিটেক্টর সার্কিট দ্বারা কার্যকরী (সংশোধিত) হয়ে ও পরে হেডফোনের সাহায্যে শব্দে (সাইণ্ডে) রূপান্তরিত হয়ে শ্রোতাগণের নিকট উপস্থিত হবে। এইভাবে রিসিভারের চারিদিকে কুডি মাইলের মধ্যে অবস্থিত



২৬৫নং চিত্র—টিউনিং সার্কিট।

অন্ততঃ চারিটি ব্রডকাস্টিং স্টেশন থেকে প্রেরিত সংবাদ, গীত ইত্যাদি শুনতে পাওয়া যাবে।

টিউনিং সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা—গ্রাহক যন্ত্র সম্বন্ধে আলোচনা এইখানেই শেষ করতে পারতাম, কারণ, ট্রান্সমিটার বা প্রেরক যন্ত্র থেকে প্রেরিত সিগন্যালকে গ্রাহক যন্ত্রের সাহায্যে শব্দে রূপান্তরের যে সমস্যা, তার তো সমাধান হয়ে গেছে। কিন্তু গ্রাহক যন্ত্রের সকল সমস্যার সমাধান হয়নি, এর থেকেও বড় সমস্যা আছে। সেটা হচ্ছে শব্দ পৃথকীকরণ

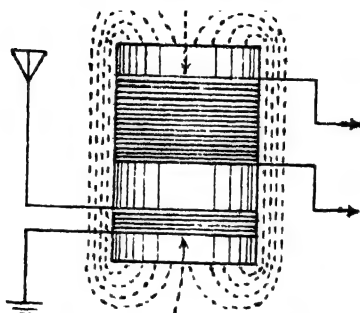
সমস্ত। কারণ, পূর্বেই বলেছি, আমাদের এই সরল গ্রাহক যন্ত্রটির সিগন্যাল গ্রহণ করবার শক্তি কেবল কুড়ি মাইলের মধ্যেই সীমাবদ্ধ। কাজেকাজেই ঐ কুড়ি মাইলের মধ্যে ৫, ১০, ১৫ ও ২০ এই চারিটি স্টেশন থাকায় তাদের প্রত্যেকটি থেকে পৃথক পৃথক ভাবে প্রেরিত গান, বাজনা ও সংবাদগুলি একই সময়ে আমাদের হেডফোনে এসে উপস্থিত হবে এবং এও বলেছি যে নিকটবর্তী সব কয়টি শক্তিশালী সিগন্যালই এরিয়াল সার্কিটে কার্যাকরী হয়। ফলে প্রোগ্রামগুলি এমন মেশান বা গোলমলে হয়ে যায়, যার ফলে কেবল চোঁ-চাঁ, কোঁ-কাঁ ছাড়া আর কোন শব্দ শোনা সম্ভব হয় না। তাই এদের প্রত্যেকটিকে পৃথক পৃথক ভাবে শোনার জন্য ২৬৫নং চিত্রের দ্বারা প্রয়োজন হয় টিউনিং সার্কিটের।

টিউনিং সার্কিটের কার্যকারিতা—টিউনিং সার্কিটের কাজই হচ্ছে এরিয়াল সার্কিটের ঐ সংকেতবাহী দিক পরিবর্তী প্রবাহগুলির যে কোন একটিকে বেছে নেওয়া এবং সেইটিকেই ডিটেক্টর ও হেডফোন দ্বারা নিয়ন্ত্রিত করে, সেই নির্দিষ্ট শব্দ-তরঙ্গটিকেই আমাদের কানে পৌঁছে দেওয়া। এই ভাবেই টিউনিং সার্কিট আমাদের ইচ্ছানুযায়ী কোন নির্দিষ্ট ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরিত সংবাদ, গান, আবৃত্তি প্রভৃতি শুনতে সাহায্য করে। এইবার দেখা যাক, টিউনিং সার্কিট কি ভাবে কাজ করে।

২৬৬নং চিত্রে এরিয়াল কয়েল ও টিউনিং কয়েলকে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব এরিয়াল কয়েলের সঙ্গে টিউনিং কয়েলের সাক্ষাৎ সম্বন্ধ নেই। কয়েল দুটি এমন ভাবে বসান হয় যে, এরিয়াল কয়েলের চারিদিকে যদি কোন ম্যাগনেটিক ফিল্ড (চিত্রে ডট-লাইন দ্বারা দেখান

হয়েছে) সৃষ্টি করা হয় তাহলে এই কয়েলটি টিউনিং কয়েলের সাথে সান্নাৎ সম্বন্ধে সংস্পর্শ যুক্ত না থাকলেও পরোক্ষ ভাবে এদের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের চলাচল ঘটে। তাই কয়েল দুইটির এইরূপ অবস্থানকে ইংরেজীতে বলা হয় ইনডাক্টিভ রিলেশ্যানশিপ কারণ, আমরা জানি যে, বিদ্যুৎ সংক্রান্ত ব্যাপারে “ইনডিউস” করা শব্দটির অর্থ হচ্ছে, কোন একটি মধ্যস্থতার মধ্য দিয়ে এর চারিদিকে জড়ান কিন্তু সংস্পর্শ যুক্ত

### টিউনিং কয়েল



### এরিয়াল কয়েল

২৬৬নং চিত্র—টিউনিং কয়েল।

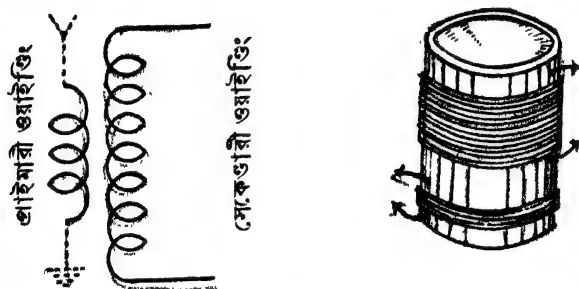
নয় এমন অল্প একটি তারের সাহায্যে বৈদ্যুতিক প্রবাহ চালিত করা। যেখানে কোন দুইটি বৈদ্যুতিক তারের এমন সম্বন্ধ ঘটে সেখানে একটি অপরটির সাথে ইনডাক্টিভলি কানেক্টেড বা রিলেটেড বলা হয়।

বস্তুত এরিয়াল কয়েল ও টিউনিং কয়েল একই কয়েল করমারের উপর পাশাপাশি জড়িয়ে কি ভাবে যে একটা রেডিও-ক্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার (r-f ট্রান্সফরমার) গঠন

করা হয় ২৬৭নং চিত্র লক্ষ্য করলে তা বুঝা যাবে। এক্ষেত্রে এরিয়াল কয়েলটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী ওয়াইন্ডিং ও টিউনিং কয়েলটি সেকেন্ডারী ওয়াইন্ডিং হিসাবে কাজ করে।

তাই রেডিও টেকনিসিয়ানরা এই কৌশলটির নাম দিয়েছেন রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার বা কয়েল (R. F. Transformer or coil)।

এইবার আসা যাক R. F. ট্রান্সফরমারের কার্যকারিতার দিকে অর্থাৎ দেখা যাক R. F. ট্রান্সফরমার কি করে সংকেতগুলি নাড়া চাড়া করে। ২৬৮নং চিত্রে রেডিও ওয়েভসের একটি



২৬৭নং চিত্র—রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার (কয়েল)।

মাত্র সাইক্লকে (পূর্ণ-তরঙ্গকে) ক-খ-গ-ঘ-ঙ-চ-ছ-জ-ঝ এই নয়টি ভাগে বিভক্ত করে প্রত্যেকটি অংশে দেখান হয়েছে যে, যখন কোন রেডিও ওয়েভস্ এরিয়াল সার্কিটের এরিয়ালে এসে পৌঁছায়, তখন এরিয়াল ও টিউনিং কয়েলে ঠিক কিরূপ ঘটে অর্থাৎ নয়টি নির্দিষ্ট বিভিন্ন সময়ে এই কয়েলগুলির অবস্থা কিরূপ হয়, পরবর্তী কয়েকটি অঙ্কে তাই বিশ্লেষণ করা হবে।

রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি কয়েলের বিশ্লেষণ :—২৬৮নং চিত্রে

এরিয়ালের “ক” অংশে যখন প্রথম রেডিও ওয়েভস এসে উপস্থিত হয় তখন এরিয়াল সার্কিটে কোন সিগন্যাল ভোল্টেজের সাড়া পাওয়া যায় না। কারণ ঐ সময়ে ওয়েভসের এ্যাম্প্লিচ্যুড শূন্য ( Zero ) পরিমাণে থাকে। কাজেকাজেই এরিয়ালেই যখন কোন সিগন্যাল ভোল্টেজের সাড়া পাওয়া যায় না তখন এরিয়াল কয়েলের মধ্যেও কোন সিগন্যাল কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। ফলে, এরিয়াল কয়েলের চারিদিকে কোন লাইনস-অব-ফোর্স সৃষ্টি হয় না। সুতরাং টিউনিং কয়েলের মধ্যেও কোন ইন্ডিউসড ভোল্টেজের ( Induced e. m. f. ) উৎপত্তি হয় না। চিত্রে এরিয়াল কয়েলের বাঁদিকে সিগন্যাল ভোল্টেজ-গ্রাফ ও টিউনিং কয়েলের ডান দিকে ইন্ডিউসড ভোল্টেজের গ্রাফকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

“খ” অংশে আগত রেডিও ওয়েভসের এ্যাম্প্লিচ্যুড পজিটিভ দিক গ্রহণ করেছে। পজিটিভ দিকে ওয়েভসের এই এ্যাম্প্লিচ্যুড বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গেই এরিয়ালে সিগন্যাল ভোল্টেজ সৃষ্টি হয়ে এরিয়াল কয়েলের মধ্য দিয়ে সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে ম্যাগনেটিক ফিল্ড গড়ে তুলবে। এরিয়াল সার্কিটের (এক্ষেত্রে এরিয়াল কয়েলের) এই ম্যাগনেটিক ফিল্ড মিউচুয়াল ইন্ডাকশনের সাহায্যে টিউনিং কয়েলে e. m. f. (Electromotive Force) বা ইন্ডিউসড ভোল্টেজের সৃষ্টি করবে। এরিয়াল সার্কিটের ঐ সিগন্যাল ভোল্টেজকে কার্ভের আকারে এরিয়াল কয়েলের বাঁ দিকের গ্রাফের উপর দেখা যাচ্ছে। আর e.m.f. নামক যে ইন্ডিউসড ভোল্টেজ টিউনিং কয়েলে জন্ম নিচ্ছে তাকেও এই চিত্রাংশের টিউনিং কয়েলের ডানদিকে দেখা যাচ্ছে। এখানে লক্ষ্য করতে হবে যে, দুটি কয়েলেই

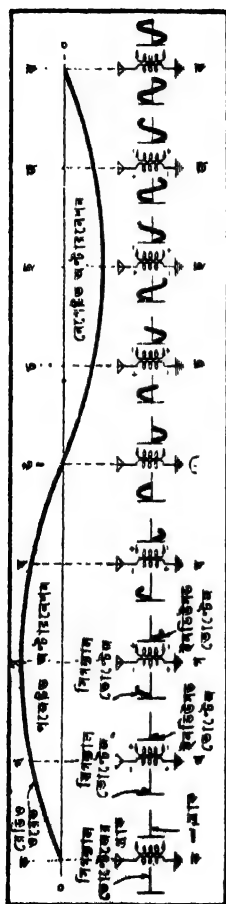


পোলারিটির চিহ্ন যথাক্রমে পজিটিভ ( + ) ও নেগেটিভ ( - ) দেওয়া হয়েছে অর্থাৎ এরিয়াল কয়েলের মাথায় ও টিউনিং কয়েলের নীচে নেগেটিভ ( - ) চিহ্ন এবং এরিয়াল কয়েলের নীচে ও টিউনিং কয়েলের মাথায় পজিটিভ ( + ) চিহ্ন দেখা যাচ্ছে।

চিত্রের “গ” অংশে রেডিও ওয়েভসের গ্র্যামপ্লিচাড পজিটিভ অল্টারনেশনের পিক পুয়েন্টে অর্থাৎ একেবারে উচ্চতম স্থানে উঠেছে। এখানেই পজিটিভ অল্টারনেশনের শেষ-সীমা। এতে এরিয়াল সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টেজের সর্বোচ্চ চাপ সৃষ্টি হচ্ছে পক্ষান্তরে টিউনিং কয়েল অতিক্রম করে তখন সর্বোচ্চ পরিমাণ ইনডিউসড ভোল্টেজ ( e.m.f. ) সৃষ্টি হচ্ছে কিন্তু বিপরীত মুখে। কারণ, সকল ট্রান্সফরমারের বেলায়ই দেখা যায় যে সেকেন্ডারীর ইনডিউসড ভোল্টেজ প্রাইমারীর ভোল্টেজের ঠিক বিপরীত মেরু বিশিষ্ট হয়। কাজেকাজেই প্রাইমারী সার্কিটে ( এরিয়াল সার্কিটে ) যখন সিগন্যাল ভোল্টেজের পজিটিভ অল্টারনেশন থাকবে তখন সেকেন্ডারী সার্কিটে ( টিউনিং সার্কিটে ) নেগেটিভ অল্টারনেশন জন্ম নেবে।

“ঘ” অংশে আগত রেডিও ওয়েভসের গ্র্যামপ্লিচাড কমে আসছে, ফলে একই সঙ্গে এরিয়াল ও টিউনিং কয়েল উভয়েরই ভোল্টেজের পরিমাণ কমে যাচ্ছে। কয়েল দুইটির পাশের গ্রাকদ্বয়কে লক্ষ্য করলে তা বুঝতে পারা যাবে।

“ঙ” অংশের রেডিও ওয়েভসের গ্র্যামপ্লিচাড শূন্য স্থানে এসে পৌঁচেছে। এখান থেকে ফ্রিকোয়েন্সির নেগেটিভ অল্টারনেশন আরম্ভ হচ্ছে। টিউনিং কয়েলের উপর যে ইন্ডিউসড ভোল্টেজ সৃষ্টি হয়েছে তাও এখন গ্রাকের শূন্য স্থানে এসে হাজির হয়েছে। এইভাবে দেখা যাবে যে রেডিও ওয়েভ-



নং: চিত্র—এখানে রেডিও ওয়েভসের একটি মাত্র সাইক্লসকে ক-খ-গ-ঘ-ঙ-চ-ছ-জ-ঝ এই নয়টি ভাগে বিভক্ত করে প্রত্যেকটি অংশের ফলে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি কয়েল বা

ট্রান্সফরমারের কার্যকারিতাকে দেখান হয়েছে, অর্থাৎ সাইক্লোসের নয়টি নির্দিষ্ট বিভিন্ন সময়ে এরিয়াল ও টিউনিং কয়েল সিগন্যালের

ঠিক কিরূপ অবস্থা ঘটে তাকেই এই চিত্র

অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

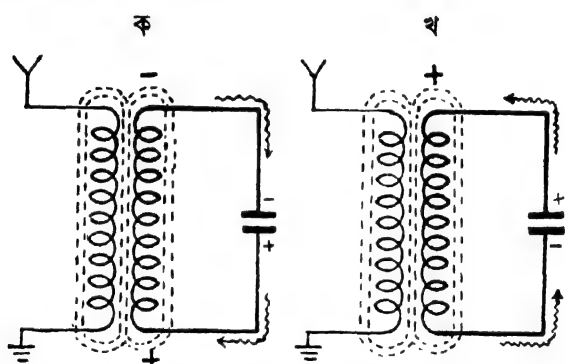
সের সে পজিটিভ অণ্টারনেশনের এইমাত্র পরিসমাপ্তি ঘটল তাতে এরিয়াল সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টেজের মাত্র একটি অণ্টারনেশন ঘটিয়েছে, তার ফলে সেকেন্ডারী বা টিউনিং কয়েলের ইনডিউসড ভোল্টেজেরও একটি পর্যায়ের অণ্টারনেশন ( এক্ষেত্রে পজিটিভ অণ্টারনেশন ) শেষ হল ।

“চ” অংশে পূর্বোক্ত রেডিও ওয়েভসের নেগেটিভ অণ্টারনেশনে গ্র্যাম্পিচ্যুড গড়ে উঠতে শুরু করেছে । এখন থেকে পুনরায় যে বৈদ্যুতিক ক্রিয়া ( Electrical action ) ঘটবে তা খ-গ-ঘ স্থানেরই অনুরূপ, কেবল পার্থক্য এই যে এক্ষেত্রে পোলারিটি বিপরীত ধর্মী হবে, অর্থাৎ এরিয়াল সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টেজ সৃষ্টি হলে এরিয়াল কয়েলের উপর দিকে পজিটিভ চিহ্ন ও নীচের দিকে নেগেটিভ চিহ্ন এবং টিউনিং কয়েলের পোলারিটিদ্বয়ও ঠিক বিপরীত ধর্মী হবে ।

“ছ” অংশে রেডিও ওয়েভসের গ্র্যাম্পিচ্যুড নেগেটিভ অণ্টারনেশনের পীক্ পয়েন্টে অর্থাৎ সর্বোচ্চতায় পৌঁছেছে । এরিয়াল সার্কিটের সিগন্যাল ভোল্টেজ এখন সর্বাপেক্ষা বেশী চাপ সৃষ্টি করবে ফলে ইনডিউসড ভোল্টেজও সর্বোচ্চ পর্যায়ে পৌঁছাবে । মোটের উপর দেখা যাচ্ছে যে সমস্ত অবস্থাটা “গ” অংশের ন্যায় । কেবল তফাৎ এই যে, সিগন্যাল ভোল্টেজ ও ইনডিউসড ভোল্টেজের পোলারিটি বিপরীত ধর্ম বিশিষ্ট ।

“জ” অংশ পূর্বের “ঘ” অংশের অনুরূপ । এক্ষেত্রেও রেডিও ওয়েভসের নেগেটিভ অণ্টারনেশনের গ্র্যাম্পিচ্যুড ক্রমশঃ কমে আসছে, কারণ, এরিয়াল সার্কিটের সিগন্যাল ভোল্টেজ শূন্য স্থানের দিকে এগিয়ে চলেছে ফলে টিউনিং কয়েলের ইনডিউসড ভোল্টেজের অবস্থাও অনুরূপ ।

এই চিত্রটি যদি একটি প্রকৃত ওয়্যাকিং সার্কিট হোত তাহলে দেখা যেত যে, রেডিও ওয়েভস পুনরায় পজিটিভ অল্টারনেশন সৃষ্টি করে অন্য একটি নতুন সাইক্ল গড়ে তুলে অনুরূপ ভাবেই এরিয়াল সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টেজ ও টিউনিং কয়েলে ইনডিউসড ভোল্টেজ সৃষ্টি করে 'খ' অংশে যেমন ঘটেছে ঠিক তেমনি ঘটেছে। এইভাবে যতক্ষণ এই সিগন্যাল ভোল্টেজ কোন এরিয়ালে উপস্থিত থাকবে ততক্ষণ টিউনিং সার্কিটেও ওয়েভসের শেষ হবে না, একের পর এক সাইক্ল সৃষ্টি হতে থাকবে।



২৬৯নং চিত্র - কনডেন্সার যুক্ত টিউনিং সার্কিটের কার্যকারিতা।

**টিউনিং কনডেন্সারের ব্যবহার :—**এইভাবে মিউচুয়াল ইন্ডাকশনের সাহায্যে সিগন্যাল কারেন্টগুলি r-f ট্রান্সফর-মারের সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং-এর মধ্যে e.m.f. সৃষ্টি করে। কিন্তু এই সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং যদি কোন কিছুই সাথে যুক্ত হয়ে একটা সম্পূর্ণ সার্কিট সৃষ্টি না করে, তাহলে পূর্বোক্ত এ, সি ইনডিউসড ভোল্টেজ সৃষ্টি হওয়া সত্ত্বেও এর মধ্যে

কোন অণ্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। তাই ২৬৯নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব কন্ডেন্সারকে এই সার্কিট সৃষ্টির কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। কারণ আমরা জানি যখনই কোন কন্ডেন্সারকে সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং এর সাথে যুক্ত সার্কিটের মধ্যে রাখা হয় তখনই অণ্টারনেটিং কারেন্ট চলাচলের পথ সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে আমাদের পূর্বোক্ত ইন্ডিউসড্ e.m.f.-টিও দিক পরিবর্তী হওয়ায় ইলেকট্রিক কারেন্ট সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং এর মধ্য দিয়ে প্রবাহের জন্য পথ পাবে ও কন্ডেন্সারটিকে চার্জযুক্ত করে তুলবে।

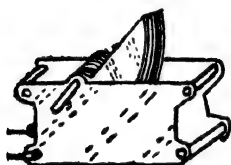
চিত্রের (ক) অংশ লক্ষ্য করলে দেখতে পাব যে, সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং এর মাথায় নেগেটিভ (—) ও তলায় পজিটিভ (+) চিহ্ন দেওয়া আছে। কারণ ইন্ডিউসড্ e.m.f.-এর এইরূপ পোলারিটিতে কন্ডেন্সারের নিম্নভাগে প্লেট থেকে ইলেকট্রনগুলিকে আকর্ষণ করে এবং উপরের দিকে ঠেলে দেয়। ফলে, উপরের প্লেটে তখন প্রয়োজনের অতিরিক্ত ইলেকট্রন জমা হয় ও নীচের প্লেটে তার সংখ্যালঘুতা দেখা দেয়।

আবার যখন ইন্ডিউসড্ e.m.f.-এর পোলারিটি বিপরীত হয় অর্থাৎ এরিয়াল কয়েলের ইন্ডিউসিং কারেন্টের পোলারিটি যখন তার প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে তখন টিউনিং সার্কিটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহও উল্টা দিক ঘুরে ও কন্ডেন্সারে বিপরীত চাপ দেয়, কাজেকাজেই উপর দিকের প্লেট হয় পজিটিভ ও নীচের দিকের প্লেট হয় নেগেটিভ, ফলে চিত্রের (খ) অংশে অঙ্কিত চিত্রের তীর চিহ্নিত পথে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

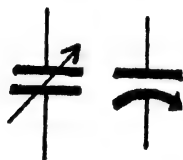
এইভাবে যতক্ষণ সেকেন্ডারী ওয়াইণ্ডিং এ এ. সি. e.m.f. উপস্থিত থাকে ততক্ষণ কয়েল ও কন্ডেন্সারের মধ্যে এই

প্রবাহের একটা পৌনঃপুনিক ধাক্কা চলাতে থাকে। এইরূপে যখনই এরিয়াল সার্কিটে সিগন্যাল কারেন্টের প্রবাহ সৃষ্টি হয় তখনই টিউনিং সার্কিটে দিক পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের চলাচল ঘটে।

টিউনিং কনডেন্সার :—চিত্রের (ক) ও (খ) অংশের টিউনিং সার্কিটে ; বুঝবার সুবিধার জন্য যে কনডেন্সার অঙ্কন করা হয়েছে সেটি হচ্ছে ফিক্সড কনডেন্সার। কিন্তু এইরূপ কনডেন্সার টিউনিং সার্কিটে ব্যবহৃত হয় না। এক্ষেত্রে ভেরিএবল কনডেন্সার ব্যবহৃত হয়, যাতে আমাদের ইচ্ছানুযায়ী



২৭০নং চিত্র



২৭১নং চিত্র

এর ক্যাপাসিটিকে কম বেশী করতে পারি। ২৭০নং চিত্রে ভেরিএবল কনডেন্সারকে ও ২৭১নং চিত্রে তার সিঙ্কলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

পূর্বেই কনডেন্সার অধ্যায়ে বলেছি যে, ভেরিএবল কনডেন্সারের শ্যাফ্ট বা দণ্ডটি যখন ঘোরান হয় তখন রোটর প্লেটগুলি স্টেটর প্লেটগুলির সাথে মিশে যেন একটা জাল (mesh) বোনে। শ্যাফ্টকে যদি ডান দিকে ঘোরান হয় তাহলে জালের মত বোনা জালগাটা

( mesh or effective area ) বেড়ে যায়। আবার বাঁদিকে ঘোরালে ঐ রকমের জালগাটা কমে যায়। আর পূর্বে এও বলা হয়েছে যে, কোন কন্ডেন্সারের প্লেটগুলির সমষ্টিগত কাজের ক্ষেত্রের ( Total effective area ) উপর ঐ কন্ডেন্সারের কাজের ক্ষমতা নির্ভর করে। সুতরাং এটা সুস্পষ্ট যে যখন ঐ রোটর ও স্টেটর প্লেটগুলি সম্পূর্ণভাবে মিলে একটা বিস্তৃত জাল বোনে তখন ঐ প্লেটের সমগ্র ক্ষেত্রই কাজের হয় এবং কন্ডেন্সারের কাজের ক্ষমতাও ( ক্যাপাসিটি ) তখনই সর্বাপেক্ষা অধিক হয়। আর যখন রোটর ও স্টেটর প্লেটের জাল বোনা সম্পূর্ণ হয় না অর্থাৎ তারা একে অপরের শেষ প্রান্ত পর্যন্ত পৌঁছিতে পারে না—আংশিক ভাবে তাদের কাজ সমাধা করে তখন ঐ প্লেটগুলির কাজের ক্ষেত্র ( area ) স্বল্প পরিসর বিশিষ্ট হয়। ফলে কন্ডেন্সারের কাজের ক্ষমতাও কমে যায় এবং দুই প্লেটের মধ্যে কোন জালেরই সৃষ্টি হয় না তখন কন্ডেন্সারের কাজের ক্ষমতাও ( ক্যাপাসিটি ) সর্বাপেক্ষা কম হয়।

কন্ডেন্সারের এই শক্তি ধারণের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ( ম্যাক্সিমাম ক্যাপাসিটি ) অনুযায়ী তার রেট বা হার নির্ধারণ করা হয় এবং এই রেট সাধারণতঃ মাইক্রো মাইক্রোক্যারাডেই প্রকাশ করার রীতি আছে। আবার এক মাইক্রোক্যারাডের কম ক্যাপাসিটির কথা বলতে গেলে টেক্‌নিশিয়ানরা সাধারণতঃ তা সংক্ষেপে প্রকাশ করেন। যেমন—কোন কন্ডেন্সারের ক্যাপাসিটি '০০০৩৫  $\mu f d$ . হলে বলা হয় Point Triple '০' three five বা দশমিক বিন্দু তিন শূণ্য তিন পাঁচ। '০০১  $\mu f d$ .-কে বলা হয় Point double '০' one বা দশমিক বিন্দু দুই শূন্য এক ইত্যাদি।

বাজারে সাধারণতঃ যে সকল ভেরিএবল কনডেন্সার সব-সময়ই পাওয়া যায় তাদের ম্যাক্সিমাম ক্যাপাসিটি বা সর্বোচ্চ ক্ষমতা হচ্ছে '০০০০4, '০০০14, '০০০25, '০০০35, '০০০5 ও '০০1 মাইক্রোফ্যারাডস্। এদের মধ্যে '০০০5 মাইক্রোফ্যারাডের কনডেন্সারই আমাদের দেশে বেশী প্রচলিত, কারণ সাধারণ গ্রাহক যন্ত্র নির্মাণের কাজে বা লোক্যাল স্টেশন শোনার জন্য টেকনিসিয়ান। '০০০5 কনডেন্সারটিকেই নির্বাচন করে থাকেন। আর তার ফলে যদি কোন নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে সার্কিটকে রেজনেন্স করার দরকার হয় তাহলে কয়েলের পাকগুলিকে কমিয়ে বা বাড়িয়ে ইন্ডাক্-টেন্সের কিছুটা পার্থক্য করে দিলেই চলে, উদাহরণ স্বরূপ মনে করা যাক যে, কোন একটা নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিকে টিউন করার জন্য ১০০ মাইক্রো হেনরীর কয়েল আর ৩৫০ মাইক্রো মাইক্রোফ্যাড ('০০০35 মাইক্রোফ্যারাড) কন-ডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে। তাবলে তা থেকে এই বুঝায় না যে, ঐ নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিকে টিউন করার জন্য কেবল মাত্র পূর্বের ঐ একই পরিমাপের কয়েল ও কনডেন্সাকেই ব্যবহার করতে হবে। তার কোন বাধ্যবাধকতা নাই, ইচ্ছামত যে কোন পরিমাপের কয়েল ও কনডেন্সার ব্যবহার করতে পারি, তবে লক্ষ্য রাখতে হবে যে তাদের উভয়ের সমষ্টিগত পরিমাপ (Product of the two) সব সময়েই সমান আছে কি না। অর্থাৎ ১৭৫ মাঃ মাঃ ফ্যারাড ( ৩৫০ মাঃ মাঃ ফ্যারাডের অর্ধেক ) কনডেন্সার এবং ২০০ মাইক্রো হেনরী ( ১০০ মাইক্রো হেনরীর দ্বিগুণ ) কয়েল ব্যবহার করলে ঐ একই ফ্রিকোয়েন্সি পাওয়া যাবে।



তাহলে দেখা যাচ্ছে যে সার্কিটের মোট \* LCকে ( Product of  $L \times C$  which determines the frequency to which the circuit will respond ) সমান রাখতে হবে। আর এই L ও Cর ( কয়েল ও কনডেন্সার ) মোট পরিমাণ এক একটি ফ্রিকোয়েন্সির জন্য নির্দিষ্ট পরিমাপেব হয় বলেই একে বলা হয় অসিলেশন কনষ্ট্যান্ট।

অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে ভালভাবে বুঝতে হলে টিউনিং সার্কিটের Resonance in series, Resonance in parallel, কয়েলের factor of merit প্রভৃতি সম্বন্ধে ভাল ভাবে জ্ঞান থাকা দরকার এ সম্বন্ধে দ্বিতীয় খণ্ডে আলোচনা করা হবে, তবে আলোচনা প্রসঙ্গে যখন অসিলেশন কনষ্ট্যান্টে এসে পড়েছি তখন এ সম্বন্ধে একটা মোটামুটি বিবরণ দিয়ে দেওয়াই ভাল।

এই অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে টেক্সিকের ভাষায় বলা হয়—  
“The oscillation constant is the product of the inductance and capacity of a circuit required for tuning the circuit to a certain frequency”

তাহলে যদি কোন সার্কিটের অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে জেনে নিতে পারি, আর সেই সার্কিটে ব্যবহৃত কনডেন্সার ও কয়েলের মধ্যে যে কোন একটির পরিমাণ জানা থাকে, তাহলে সার্কিটের বাকী প্রয়োজনীয় ইনডাকটেন্সকে সূত্রের ( formula ) সাহায্যে বার করে নেওয়া যায়। যে কোন

\* এক্ষেত্রে L হচ্ছে মাইক্রোহেনরী হিসাবে ইনডাকটেন্সের পরিমাণ এবং C হচ্ছে মাইক্রো ফ্যারাড হিসাবে কনডেন্সারের পরিমাণ ;

ফ্রিকোয়েন্সির অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে .জানবার জন্য নিম্নলিখিত সূত্রটি প্রয়োগ করতে হয় :—

$$LC = \left( \frac{10,00,000}{6.28 \times f} \right)^2$$

L = মাইক্রো হেনরী হিসাবে ইনডাকটেন্স।

C = মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাড হিসাবে ক্যাপাসিটি।

F = কিলোসাইক্ল হিসাবে ফ্রিকোয়েন্সি।

উদাহরণ—আমাদের হাতে ০০০৩৫ মাইক্রোফ্যারাডের (৩৫০  $\mu\mu fd.$ ) একটি ভেরিএবল কনডেন্সার আছে। এখন দেখা যাক ঐ কনডেন্সারের সাহায্যে স্ট্যান্ডার্ড ব্রডকাষ্ট স্টেশনকে টিউন করার জন্য কয়েলের ইনডাকটেন্স কত হওয়া উচিত।

যেহেতু ঐ ব্যাণ্ডের সর্বনিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি হচ্ছে ৫৫০ কিলো সাইক্লস সেই হেতু প্রথমেই আমাদের ঐ ফ্রিকোয়েন্সির অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে জেনে নিতে হবে।

আমাদের সূত্র হচ্ছে :—

$$LC = \left( \frac{10,00,000}{6.28 \times f} \right)^2$$

অঙ্কটিকে সাজিয়ে বসালে হয়—

$$LC = \left( \frac{10,00,000}{6.28 \times 550} \right)^2$$

এইবার ৬.২৮ কে ৫৫০ দিয়ে গুণ করলে হয় ৩৪৫৪। আর ১০,০০,০০০ কে ৩৪৫৪ দিয়ে ভাগ করলে হয় প্রায় ২৮৯.৫। পুনরায় ২৮৯.৫ এর বর্গ অর্থাৎ ২৮৯.৫ কে ঐ একই সংখ্যা দিয়ে গুণ করলে হয় ৮৩,৮১০.২৫। কিন্তু প্র্যাকটিক্যাল কাজে প্রায়ই দশমিক বিন্দুকে ছেড়ে দেওয়া হয়, তাই এক্ষেত্রে  $LC = ৮৩,৮১০$  ধরা হয়।

এইভাবে যখন সার্কিটের LC অর্থাৎ অসিলেশন কন-ষ্ট্যান্টকে জেনে নেওয়া গেল তখন সার্কিটে ব্যবহৃত ভেরি-এবল কনডেন্সারের ম্যাক্সিমাম ক্যাপাসিটি দিয়ে ঐ অসিলেশন কনষ্ট্যান্টকে ভাগ করলেই কয়েলের ইনডাক্টেন্স জানতে পারা যায়।

সুতরাং সূত্রাকারে লিখলে হয় :—

$$L = \frac{LC}{C} \text{ বা } L = \frac{৮৩,৮১০}{৩৫০} = ২৩৯ \text{ মাইক্রো হেনরী}$$

তাহলে মোটের উপর দেখা গেল যে ০০০৩৫ মাইক্রো ফ্যারাড ( ৩৫০ মাঃ মাঃ ফ্যারাড ) কনডেন্সারের ম্যাক্সিমাম ক্যাপাসিটি দিয়ে ৫৫০ কিলো সাইক্ল ফ্রিকোয়েন্সিকে টিউন করার জন্য ২৩৯ মাইক্রো হেনরী কয়েল ব্যবহার করা উচিত। এই ২৩৯ মাইক্রো হেনরী ইনডাকশনে কত নম্বর তারে কত পাক ও কত ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট কয়েল ফরমারের উপর জড়াতে হবে সেও সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করে নিতে হয়।

এখন পুনরায় পূর্বের আলোচনায় ফিরে আসা যাক। পূর্বের বলেছিলাম, লোক্যাল ট্রেশন শোনার কাজে  $0005 \mu f.d.$  কনডেন্সারই আমাদের দেশে বেশী প্রচলিত। কিন্তু 'ষ্ট্যাণ্ডার্ড ব্রডকাষ্ট ব্যাণ্ড' (  $189.5$  থেকে  $560$  মিটার বা  $1605$  থেকে  $535$  কিলো সাইক্ল ) অপারেট করার জন্য রিসিভারে সাধারণতঃ  $00035 \mu f.d.$  কনডেন্সারকেই নির্দিষ্ট করা হয়। এই কনডেন্সারে সর্বোচ্চ ক্ষমতা ( Maximum capacity ) হচ্ছে  $00035$  মাইক্রোক্যারাড ( এই অবস্থায় প্লেটগুলি সম্পূর্ণ কার্যকরী হয় ) আর সর্বনিম্ন ক্ষমতা ( Minimum capacity ) সর্বোচ্চ পরিমাণ ক্ষমতার  $\frac{1}{10}$  অংশের বেশী নয় অর্থাৎ  $000035$  মাইক্রোক্যারাড পর্য্যন্ত হতে পারে ( এই সময় প্লেটগুলি কার্যকরী হতে সম্পূর্ণরূপে অসমর্থ হয় )।

ভেরিয়েবল কনডেন্সার যুক্ত টিউনিং সার্কিট :— এইবার দেখা যাক, এই কনডেন্সার যুক্ত টিউনিং সার্কিট কি ভাবে কাজ করে। পূর্বের আমরা দেখেছি যে, কোন সার্কিটে ইনডাকটেন্স ( Inductance ) ও ক্যাপাসিটির ( capacity ) এমন সামঞ্জস্য বিধান করা সম্ভব যে, তারা যে কোন একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীর অন্টারনেটিং কারেন্টকে কোন বাধাই দেয় না ( Zero opposition ) অর্থাৎ ইনডাকটেন্স ও ক্যাপাসিটির এমন নির্বাচন চলে যে, এদের উভয়ই তখন একই পরিমাণ ইনডাকটিভ রিয়্যাকটেন্স (  $X_L$  ) ও ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকটেন্স (  $X_C$  ) এমন অবস্থার সৃষ্টি করে যাতে সার্কিটটি সম্পূর্ণ রেজোনেন্স ( resonance ) হয়। ফলে ঐ নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির অন্টারনেটিং কারেন্টের প্রতি তার প্রতিরোধ ক্ষমতা সর্বনিম্ন হয়ে থাকে, এই ভাবেই প্রতিটি গ্রাহক যন্ত্রের টিউনিং সার্কিটের নির্বাচন কার্য চলে থাকে।

২৭১নং চিত্রে টিউনিং সার্কিটকে কয়েল ও ভেরিএবল কনডেন্সার সহ অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব, এরিয়াল সার্কিটের সাথে টিউনিং সার্কিটের ঐ অংশ-দ্বয়ের কোন দৈহিক যোগাযোগ নাই অর্থাৎ তারা ইনডাকটিভলী সম্বন্ধ যুক্ত। এখানে কয়েলের ইনডাকটেন্স একটা নির্দিষ্ট পরিমাণ—প্রায় ২৫০ মাইক্রো-হেনরী, কারণ যে কয়েল ষ্ট্যাণ্ডার্ড ব্রডকাষ্ট ব্যাণ্ডে কাজ করে

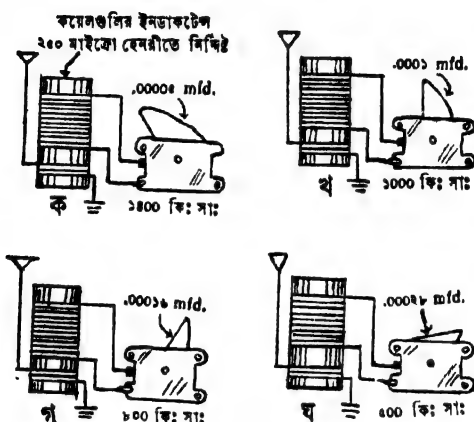
সার্কিটের  $X_c$ র পরিবর্তন করা হয় তখন  $X_L-X_c$  সম্বন্ধেরও পরিবর্তন হয় এবং যে ফ্রিকোয়েন্সিতে সার্কিটের অলটারনেটিং কারেন্ট শূন্য প্রতিরোধ উপস্থিত হয় অথবা সার্কিটটি রেজনেট করে, তারও পরিবর্তন ঘটে।

শিক্ষার্থীদের জন্য ২৫৭নং চিত্রে যে কুণ্ডাল সেটের চিত্র অঙ্কন করেছি তার টিউনিং কয়েলটি (সেকেণ্ডারী) ২৪নং এনামেল তারের ৫০ পাক এবং টিউনি কনডেন্সারটি '০০০৫ মাইক্রো ফ্যারাড (J. B. Compact type) হবে। কিভাবে কয়েলটি জড়াতে হবে তা ২৬৭নং চিত্র লক্ষ্য করলেই বুঝা যাবে।

এইবার টিউনিং সার্কিটকে বিশ্লেষণ করলেই দেখতে পাব, এইখান থেকেই টিউনিং সার্কিটের ধ্বনি বাছাইয়ের কাজ আরম্ভ। কারণ ২৬৪নং চিত্রে আমরা দেখেছি ১৪০০ kc, ১০০০ kc, ৮০০ kc ও ৫০০ kc এই চারটি ব্রডকাষ্টিং স্টেশন থেকে প্রেরিত রেডিও ওয়েভস সিগন্যাল আমাদের সরল গ্রাহক যন্ত্রে এসে পৌঁছাচ্ছে এবং এই সিগন্যালগুলির গ্রামপ্লিচ্যাড ব্যবহার যোগ্য। আমরা আরও দেখেছি যে, এরিয়াল সার্কিটে যে সিগন্যাল ভোল্টেজ আসে, তা মিউচুয়াল ইনডাকশনের সাহায্যে টিউনিং কয়েলে স্থানান্তরিত হয়।

আর টিউনিং সার্কিট ঐ চারটি স্টেশনের বিভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সিকে পৃথক করে ফেলে এবং এক প্রকার নির্বিঘ্নেই নিজের প্রয়োজন অনুসারে প্রয়োজনীয় স্টেশনটিকে বেছে নিয়ে অপর তিনটিকে ত্যাগ করে। এই প্রয়োজনীয় স্টেশনকে বেছে নেওয়ার কাজে টিউনিং সার্কিটের বিভিন্ন রূপকে ২৭৩নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে অঙ্কিত টিউনিং কয়েল-গুলিতে অবিরাম ২৫০ মাইক্রোহেনরী ইনডাকটেন্স রয়েছে এবং টিউনিং কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন

অবস্থায় পরিবর্তিত করা চলে এবং নিকটবর্তী চারিটি স্টেশন ( ১৪০০, ১০০০, ৮০০, ৫০০ ) থেকে আগত সিগন্যালগুলির সকলেই এরিয়াল সার্কিটে প্রবাহিত হচ্ছে আর প্রত্যেকেই e.m.f. নামক ভোল্টেজ টিউনিং কয়েলে পৌঁছে দেবার ( ইনডাকশনের সাহায্যে ) চেষ্টা করছে।



২৭৩নং চিত্র—বিভিন্ন স্টেশন থেকে প্রেরিত সিগন্যালগুলিকে পৃথক করার কাজে টিউনিং সার্কিটের ভিন্ন ভিন্ন রূপ।

সমস্ত টিউনিং সার্কিটের এই মোটামুটি অবস্থাকে জেনে নেওয়ার পর যদি ২৭৩নং চিত্রের ( ক ) অংশকে লক্ষ্য করি তাহলে দেখতে পাব, টিউনিং কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি  $.00005 \text{ mfd.}$  না হওয়া পর্যন্ত তার প্লেটগুলি জালবদ্ধ (meshed) অবস্থায় আছে। এখন যে সার্কিটে ২৫০ মাইক্রো হেনরী ইনডাকটেন্স ও  $.00005$  মাইক্রোক্যারাড ক্যাপাসিটি আছে সেই সার্কিট ১৪০০ কিলো সাইক্ল ফ্রিকোয়েন্সিতে রেজনেন্স

করবে। অর্থাৎ ১৪০০ কিলো সাইক্ল ফ্রিকোয়েন্সির অন্টার-নেটিং কারেন্টের প্রতি এই সার্কিটের প্রতিরোধ ক্ষমতা নিম্নতম হবে। পক্ষান্তরে এই সার্কিট অগ্ন্যাশু ফ্রিকোয়েন্সিগুলির বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রচণ্ড বাধা সৃষ্টি করবে। মোটের উপর এই সার্কিটের ফ্রিকোয়েন্সির পরিমাণ এমন ভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়েছে (adjusted) যে, টিউনিং সার্কিট ১৪০০ কিলো সাইক্ল প্রবাহ প্রেরক স্টেশন সম্পর্কে রেজনেন্স সৃষ্টি করছে এবং ১০০০, ৮০০ ও ৫০০ কিলোসাইক্ল প্রবাহগুলির প্রতি প্রচণ্ড বাধা সৃষ্টি করছে। সুতরাং এখন আমরা এই বলতে পারি যে, আমাদের গ্রাহক যন্ত্রটি ১৪০০ কিঃ সাঃ স্টেশনের সাথে টিউন্ড হয়েছে অর্থাৎ এর প্রেরিত বিদ্যুৎ প্রবাহের এ্যামপ্লিটিউড্‌ই আমাদের গ্রাহক যন্ত্রের হেডফোনে শ্রুতি তোলার একমাত্র উপযুক্ত।

চিত্রের (খ) অংশে দেখান হয়েছে যে, ভেরিএবল কন্ডেন্সারের প্লেটগুলি আরো জালিবদ্ধ হয়ে '০০০১ মাইক্রো ফ্যারাড ক্যাপ্যাসিটিতে পৌঁছেছে এবং ২৫০ মাইক্রোহেনরী ইনডাকট্যান্সের সাথে মিশে টিউনিং সার্কিটকে ১০০০ কিলো সাইক্ল সিগন্যাল প্রেরক স্টেশনের সঙ্গে রেজনেন্স হয়ে বাকি ১৪০০, ৮০০ ও ৫০০ কিলো সাইক্ল স্টেশনগুলিতে বাধা সৃষ্টি করছে। ফলে আমাদের গ্রাহক যন্ত্র ১০০০ কিঃ সাঃ স্টেশনের শ্রুতি গ্রহণ করছে।

এইভাবে চিত্রের বাকি অংশগুলিতে যথা (গ) ও (ঘ) অংশে ক্রমান্বয়ে কন্ডেন্সারের প্লেটগুলির জালি বোনার (meshed হওয়ার) পরিমাণ অনুযায়ী কিভাবে '০০০১৬ মাইক্রো ফ্যারাড ৮০০ কিঃ সাঃ স্টেশনের এবং ০০০২৮ মাইক্রো ফ্যারাড ক্যাপ্যাসিটি ৫০০ কিঃ সাঃ স্টেশনের শ্রুতি গ্রহণের জন্য নির্দিষ্ট হয় তা দেখান হয়েছে।



এইভাবে বিভিন্ন স্টেশন থেকে প্রেরিত বিভিন্ন সিগন্যালকে টিউনিং সার্কিটের সাহায্যে পৃথক পৃথক ভাবে বাছাই করে নেওয়া সম্ভব হয়। টিউনিং সার্কিটের আলোচনার পরই আসে ডিটেক্টর সার্কিটের আলোচনা, কারণ টিউনিং সার্কিট দ্বারা সিগন্যালটি বেছে নেওয়ার পর প্রয়োজন হয় ঐ উভয় তরঙ্গজাত সিগন্যালকে অর্ধ-তরঙ্গে সংশোধিত করে শ্রবণোপযুক্ত করা এবং সে কার্য সাধিত হয় ডিটেক্টর সার্কিট দ্বারা। ডিটেক্টর সার্কিটের আলোচনার পূর্বে ধ্বনি বাছাই করা সম্পর্কে যে কোন টিউনিং সার্কিটের ক্যাপাসিটি ইন্ডাক্ট্যান্স ও ফ্রিকোয়েন্সির পারস্পরিক সম্পর্ক কিভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় তা মোটামুটি ভাবে মনে রাখবার জন্য নিম্নে একটা সোজা নিয়ম দেওয়া হলো—

- ১। কোন টিউনিং সার্কিটে যদি ইন্ডাক্টেন্স একটা নির্দিষ্ট পরিমাণে থাকে তাহলে টিউনিং কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি যত বেশী হবে ( Greater the capacity of the tuning condenser ) সার্কিটটি যে ফ্রিকোয়েন্সিতে টিউনড হবে সেই ফ্রিকোয়েন্সিও তত কম হবে ( lower will be the frequency to which the circuit will be in tune ).
- ২। কোন টিউনিং সার্কিটে ইন্ডাক্টেন্স একটা নির্দিষ্ট পরিমাণ থাকলে টিউনিং কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি যত কম হবে, সার্কিটটি যে ফ্রিকোয়েন্সিতে ধ্বনি পৃথকীকরণক্ষম বা টিউনড হবে ( the circuit will be in tune ) সেই ফ্রিকোয়েন্সিও তত বেশী হবে।

## ডিটেক্টর সার্কিট কর্তৃক নির্বাচিত সিগন্যাল সংশোধন ও শব্দে রূপান্তর

ডিটেক্টর সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা :—টিউনিং সার্কিটের

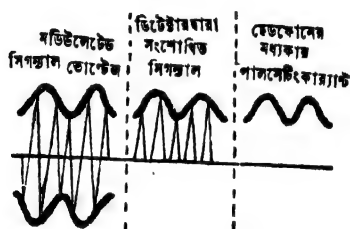
মধ্যে যখন সিগন্যাল কারেন্ট সমূহ অন্টারনেটিং কারেন্টের ন্যায় অনবরত দিক পরিবর্তিত হয়ে চলাফেরা করছে, তখন ঐ কারেন্টের কিছুটা অংশ সরিয়ে নিয়ে এসে হেডফোনকে কার্যকরী (energised) করা যায়। কিন্তু পূর্বেই আমরা দেখেছি যে, হেডফোনের ওয়াইণ্ডিংয়ের মধ্য দিয়ে যদি রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির অন্টারনেটিং কারেন্টকে প্রবাহিত করা যায় তাহলে কোন শব্দই উৎপন্ন হতে পারে না, কারণ রেডিও কারেন্ট এত দ্রুত গতিতে দিক পরিবর্তন করে যে হেডফোনের শব্দ উৎপন্নকারী ডায়াফ্রাম তাকে অনুসরণ করতে বস্তুতঃ অসমর্থ হয়, তাই এই রেডিও সিগন্যালকে শ্রবণযোগ্য করতে হলে হেডফোন ও টিউনিং সার্কিটের মাঝে ডিটেক্টরকে বসান প্রয়োজন।

ডিটেক্টর সার্কিটের কার্যকারিতা :—ডিটেক্টর সার্কিট

সম্বন্ধে পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে। তবে এক্ষেত্রে পুনরায় স্মরণ করিয়ে দেওয়া যেতে পারে যে, ডিটেক্টর সার্কিটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহকে মাত্র একদিকে প্রবাহিত হতে দেয়। কোন নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি অন্টারনেটিং কারেন্টকে যখন ডিটেক্টর ও হেডফোন দ্বারা গঠিত সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহের ব্যবস্থা করা হয় তখন ডিটেক্টরটি ২৭৪ নং চিত্রের প্রথম অংশের ন্যায় ঐ a-c সিগন্যালকে দ্বিতীয় অংশের ন্যায় পালসেটিং ডিরেক্ট কারেন্টে পরিবর্তিত করে তাকে হেডফোনের ওয়াইণ্ডিং এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে দেয়।

ফলে হেডফোনের মধ্যে এক প্রকার চুম্বক জাতীয় শক্তির প্রতিক্রিয়ার উদ্ভব হয়ে ডায়ফ্রামকে নাড়া দেয় কাজে কাজেই আমাদের গ্রাহক যন্ত্রের ঐ নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির ধ্বনি হেডফোনের ডায়ফ্রামে প্রতিধ্বনিত হয়ে ওঠে।

এই ডিটেক্টরের কার্যকারিতা সম্পর্কেও আরও একটি জিনিষ জানবার আছে। কারণ ডিটেকশনকে সাধারণতঃ দুইভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—



২৭৪নং চিত্র—কুণ্ডাল ডিটেক্টরের বিভিন্ন কার্যকারিতার ফলে সিগন্যালের প্রকৃত আকৃতি।

- ১। বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ডিটেকশন।
- ২। বিনা বৈদ্যুতিক শক্তিতে ডিটেকশন।

বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ডিটেকশন সম্বন্ধে কিছু পরেই বলা হবে। কারণ এই ডিটেকশনের কাজে ভ্যালভ ব্যবহার করা হয়। তাই যখন ভ্যালভ দিয়ে গ্রাহক যন্ত্র নির্মাণ কৌশল দেখান হবে তখন এ সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে।

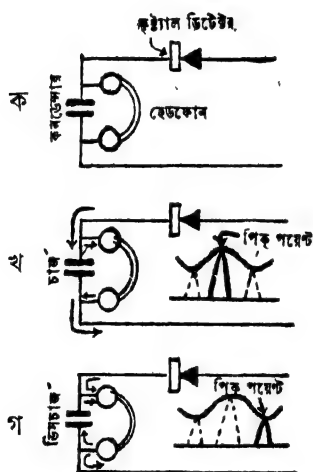
বিনা বৈদ্যুতিক শক্তিতে ডিটেকশনের কাজে কুণ্ডাল ডিটেক্টর ব্যবহার করা হয় কারণ কুণ্ডাল ডিটেক্টরের মধ্য দিয়ে কেবল একই দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হতে পায়, ফলে

বিপরীত অভিমুখী অংশগুলি নষ্ট হয়ে যায়। এই ডিটেক্টরকে কার্যকরী করার জন্য কোন ব্যাটারী বা স্থানীয় কোন ভোল্টেজের প্রয়োজন হয় না। এরিয়াল কর্তৃক গৃহীত সিগন্যাল কারেন্টের সাহায্যেই কাজ চলে। কিন্তু এটি বড় সূক্ষ্ম যন্ত্র, এর Cat whisker এর সাহায্যে অনেকক্ষণ চেষ্টা করে কুষ্ঠ্যালের উপরের একটি অত্যন্ত সূক্ষ্ম স্থানের খোঁজ করতে হয়। যন্ত্রটিতে ঝাঁকুনি লাগলে বা সেটা নড়ে গেলে Cats whisker স্থানচ্যুত হতে পারে, ফলে, বিশ্রী শব্দ হতে থাকে। সিগন্যাল কারেন্টের সূক্ষ্ম শক্তির উপর এর কাজ হয় সত্য কিন্তু এর সূক্ষ্ম কাজও সীমাবদ্ধ। এরই জন্য এই কুষ্ঠ্যাল রিসিভার বেশী দূরের সংবাদ গ্রহণ করতে পারে না।

এই ধরনের গ্রাহক যন্ত্রের উন্নতি বিধানের জন্য সাধারণতঃ একটা বাইপাস কন্ডেন্সার (১৫৭ নং চিত্রে ডট লাইন দ্বারা অঙ্কিত) লাগান হয়। এই কন্ডেন্সারটি প্রায় ০০১ মাইক্রো-ফ্যারাড ক্যাপাসিটি বিশিষ্ট হয় ও হেডফোন ওয়াইথিংগুলির সঙ্গে প্যার্যালাল ভাবে লাগান থাকে। ফলে ডিটেক্টর দ্বারা সংশোধিত রেডিও সিগন্যালের আর. এফ রিপলএর প্রভাব নষ্ট হয়ে কেবল মূল তরঙ্গের শ্রবণযোগ্য অডিও অংশগুলিই হেড-ফোনটিকে কার্যকরী করে তোলে। এখন দেখা যাক কি ভাবে এটা সম্ভব।

২৭৫নং চিত্রের (ক) অংশে কন্ডেন্সারকে হেড-ফোন টার্মিনালে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। আর (খ) অংশে দেখান হয়েছে যে সংশোধিত সিগন্যালে সর্বোচ্চ (চিত্রের মধ্যস্থলে গ্রাফে অঙ্কিত) পরিমাণ চাপ (পিক-পয়েন্ট) এসে কন্ডেন্সারকে চার্জ করে, কারণ হেড-ফোনের ওয়াইথিংগুলির ইনডাকটেন্স এরূপ আকস্মিক বিদ্যুৎ প্রবাহের নূতন চাপকে

বাধা দেয়। পক্ষান্তরে উপযুক্ত ক্যাপাসিটির কনডেন্সার ঐ নূতন চাপকে চার্জিং ইম্পলস হিসাবে গ্রহণ করে। আবার যখনই চিত্রের (গ) অংশের ত্রায় সংশোধিত সিগন্যাল ভোল্টেজ পূর্বে আগত সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ চাপের সৃষ্ট কনডেন্সারের চার্জিং ভোল্টেজের কম হয়, তখনই কনডেন্সারটি ভোল্টেজের সমতা রক্ষা করতে চেষ্টা করে এবং তার অতিরিক্ত ভোল্টেজের কিছুটা



২৭৫নং চিত্র—হেডফোন সার্কিটের কার্যকারিতা।

হেডফোনের ওয়াইণ্ডিংএর ভেতর দিয়ে প্রবাহিত করে দেয় কারণ হেড.ফোনের ওয়াইণ্ডিংগুলি কনডেন্সারের প্লেটগুলির মধ্যে সন্নিবিষ্ট করার জন্য পথ দেয়।

এক কথায় এই কনডেন্সারটি ভোল্টেজের ও কারেন্টের সমতা রক্ষাকারী একটা কৌশলের মতো। কারণ সে আকস্মিক ভাবে আগত সর্বোচ্চ ভোল্টেজের ও কারেন্টের বেগ গ্রহণ

করে এবং যখন সংশোধিত সিগন্যালের গতির ভাঁটা পরে সেই মুহূর্তে এই শক্তিকে হেডফোন সার্কিটে চালনা করে। স্থায়ী ভাবে লাগান এই চাপ গ্রহণ ও ত্যাগের ব্যাপারটা অডিও ও রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সমূহের সীমারেখায় ঘটে, ফলে হাই ফ্রিকোয়েন্সির অভাব হেতু হেডফোন ওয়াইণ্ডিংএর ভিতর দিয়ে ২৭৪ নং চিত্রের তৃতীয় অংশের সম আকৃতি বিশিষ্ট তরঙ্গায়িত একটা ডিরেক্ট কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এতে ধ্বনির গুণাগত উন্নতি সাধিত হয় এবং প্রায়ই হেডফোন থেকে প্রচুর শব্দ পাওয়া যায়।

হেডফোনের মধ্য দিয়ে এই যে নানা মাত্রার শব্দ-বিদ্যুতের তরঙ্গ প্রবাহিত হয় একে বলা হয় অডিও ফ্রিকোয়েন্সি কারেন্ট। এই কারেন্টকেই হাই-ফ্রিকোয়েন্সির সাথে মিশিয়ে ট্রান্সমিটার থেকে প্রেরণ করা হয়। তাই রিসিভারে একে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি থেকে পৃথক করে শ্রবণোপযুক্ত করাই হচ্ছে শেষ কাজ।

শিক্ষার্থীদের জন্য ২৫৭নং চিত্রে যে কুণ্ডাল সেটের চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে তার কুণ্ডাল ডিটেক্টরটি IN34 জাতীয় কুণ্ডাল হলেই ভাল হয় তবে বাজারে যে গ্যালেনা কুণ্ডাল এবং cat whisker বিশিষ্ট কুণ্ডাল পাওয়া যায়—তাতেও কাজ চলবে। চিত্রে অঙ্কিত কনডেন্সারের পরিমাণ  $0.01 \mu fd$ . আর-C সাধারণতঃ  $0.01 \mu fd$  মাইকা টাইপ ও হেডফোনটি লো-ওমসের হওয়া চাই মনে রাখবেন চিত্রে ডট চিহ্নিত অংশগুলিকে পরীক্ষা মূলক কাজের জন্য ব্যবহার করা হয়েছে।

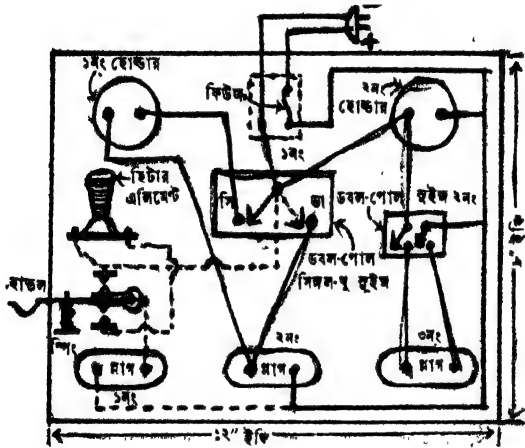
এই হলো আমাদের কুণ্ডাল রিসিভারের মোটামুটি বিবরণ। আশা করি এ থেকেই শিক্ষার্থীরা যন্ত্রটির নির্মাণ কৌশল ও

তার প্রতিটি অংশের কার্য্য-প্রণালী সম্বন্ধে জানতে পেরেছেন।  
 এইবার যদি তারা যন্ত্রটিকে নির্মাণ করেন ও বিভিন্ন পরীক্ষার  
 মধ্য দিয়ে তার উন্নতি সাধনে নিজেরা সচেষ্ট হয়ে যন্ত্রটির  
 সম্বন্ধে আরও অভিজ্ঞতা অর্জন করতে পারেন, তাহলে পরবর্ত্তী  
 পরীক্ষাগুলি বুঝতে ও ভালভের সাহায্যে যন্ত্র নির্মাণ করতে  
 সমর্থ হবেন।

## চতুর্দশ অধ্যায়

### কৌশল বোর্ড নির্মাণ

এ পর্য্যন্ত যে গ্রাহক যন্ত্রের নির্মাণ কৌশল দেখান হলো তাতে কোনরূপ লোক্যাল ইলেকট্রিসিটির প্রয়োজন হয় নাই, কারণ ঐ যন্ত্রটি এরিয়াল কর্তৃক গৃহীত সিগন্যাল কারেন্টের



২৭৬নং চিত্র।

সাহায্যেই কাজ করে। কিন্তু এইবার পরীক্ষামূলক কার্যের মধ্য দিয়ে যে যন্ত্রটির নির্মাণ কৌশল দেখান হবে তার জন্য লোক্যাল ইলেকট্রিসিটির প্রয়োজন হবে। অনেক সময় দেখা গেছে বাড়ীর ইলেকট্রিক প্লাগ থেকে লোক্যাল ইলেকট্রিসিটির ব্যবস্থা করেও পরীক্ষামূলক কাজ চালাতে গিয়ে কতকগুলি সমস্যার সম্মুখীন হতে হয়। তাদের মধ্যে প্রধান সমস্যা হচ্ছে



বাড়ীর ফিউজ (Fuse) নষ্ট করে ফেলা ; কারণ প্রথম প্রথম ইলেকট্রিসিটি নিয়ে কাজ করতে গিয়ে প্রথম শিক্ষার্থীদের পক্ষে কিছু কিছু ভুল করা মোটেই অসম্ভব নয়। আর দ্বিতীয় সমস্যা হচ্ছে, পরীক্ষামূলক কাজ চালানর জন্ত নির্দিষ্ট কোন স্থানে নিজেদের ল্যাবরেটরী গড়ে তোলা প্রত্যেক শিক্ষার্থীদের পক্ষে সম্ভব নয়। কাজ চালাবার জন্ত কখনও টেবিলে কখনও ঘরের মেঝেতে কখনও তক্তাপোষের উপর আবার কখনও বা বাড়ীর বারান্দায় বা ছাদে বসেই কাজ করতে হয়। তাই মনে হয় পরীক্ষামূলক কাজ আরম্ভ করার আগে এই কেশীল পাওয়ার বোর্ডটি নির্মাণ করে নেওয়া ভাল, কারণ অস্থায়ী লেবরেটরী হিসাবে বাড়ীর যে কোন স্থানে বসে কাজ করতে গিয়ে কাজের জন্ত প্রয়োজনীয় সব কিছুরই ব্যবস্থা এর মধ্যে আছে, যেমন টেবিল ল্যাম্পের সাহায্যে সর্ট সার্কিট টেস্ট করা, নিম্ন ল্যাম্পের সাহায্যে কনডেন্সার টেস্ট করা। সোল্ডার করার জন্ত আয়রনটিকে উত্তপ্ত করা (আবার অনেকক্ষণ কাজ করার ফলে আয়রনটি যাতে বেশী গরম হয়ে অথবা প্রয়োজনের অতিরিক্ত গরম না হয় তার ব্যবস্থাও করা হয়েছে)। বোর্ডের সুইচটিকে নিয়ন্ত্রিত করেই যন্ত্রটিকে মেন লাইনের সাথে একবার সিরিজে একবার প্যার্যাললে প্রয়োজন হলে লাইনকে off করে দেওয়া (আবার যাদের Negative alive line তারা যাতে পাওয়ার লাইনের নেগেটিভ ও পজিটিভ উভয় সংযোগকেই off করতে পারেন তার জন্ত আলাদা সুইচ ব্যবস্থাও আছে)। রাত্রিকালে কাজ করার সময় স্থানটিকে আলোকিত করা প্রভৃতি কাজ একই সাথে ঐ একটি মাত্র বোর্ড থেকে নেওয়া চলে। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে ঐ বোর্ডের সাথে লাগান Flexible তারটি লম্বায় কিছুটা বড় রেখে কাছে বা দূরে বাড়ীর যে কোন

একটি পাওয়ার পয়েন্ট থেকে এতগুলি কাজ করা সম্ভব অথচ বোর্ডটি তৈরী করতে বিশেষ কিছু খরচা পড়ে না আর নির্মাণ কৌশলও অত্যন্ত সোজা। তাই গ্রাহক যন্ত্র নির্মাণের আগে এই বোর্ডটির নির্মাণ কৌশল দেখিয়ে দেওয়া হচ্ছে।

কেশীল পাওয়ার বোর্ডটি নির্মাণের জন্য যে যে জিনিষগুলি প্রয়োজন, তার একটি তালিকা দেওয়া হইল।

- ১টি—ফিউজ্ কাট্ আউট।
- ২টি—বটম্ হোল্ডার।
- ৩টি—প্লাগ।
- ১টি—ডবল পোল সুইচ্।
- ১টি—সিঙ্গল থু ডবল পোল সুইচ্।
- ১টি—১২" X ৮" সুইচ্ বোর্ড বক্স।
- ১টি—হিটার এলিমেন্ট।

১৭৬নং চিত্রে কেশীল পাওয়ার বোর্ডকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব পাওয়ার বোর্ডকে অঙ্কনের জন্য মোটা লাইন ও ডট্ ডট্ লাইনের সাহায্য নেওয়া হয়েছে। তার কারণ ডট্ ডট্ লাইনের দ্বারা অঙ্কিত অংশটি হচ্ছে কেশীল পাওয়ার বোর্ডের বিশেষত্ব। আমরা জানি অনেককণ কাজ করার ফলে সোলডারিং আয়রণ যদি অতিরিক্ত উত্তপ্ত হয়ে পড়ে তাহলে তার ভিতরকার রেজিষ্ট্যান্সটি পুড়ে গিয়ে আয়রণটি অকেজ হয়ে পড়ে। কিন্তু যদি অতিরিক্ত উত্তপ্ত হতে না দেওয়া হয় তাহলে আয়রণটি অধিক দিন স্থায়ী হয়। আর অতিরিক্ত উত্তপ্ত হতে না দেওয়ার একমাত্র উপায় হচ্ছে আয়রণটি মেন প্লাগ থেকে খুলে রাখা। ফলে মেরামতী কাজ করতে গিয়ে কিছুটা সময় ব্যথা নষ্ট হয় কারণ যতবারই আয়রণ নিয়ে কাজ করবার

প্রয়োজন হবে, তত বারই আয়রনটি প্লাগে লাগিয়ে দিয়ে পুনরায় গরম না হওয়া পর্য্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে। তাই একাধারে আয়রনটি দীর্ঘায়ু করা ও মেরামতী কাজের সময়কে রক্ষা করাই হচ্ছে কেনীল পাওয়ার বোর্ডের বিশেষত্ব।

বোর্ডের এই বিশেষ গুণটির বিষয় বিশেষ কিছু বলার প্রয়োজন নাই। খালি এইটুকু বললেই যথেষ্ট হবে যে সমস্ত সার্কিটে কিছুটা রেজিস্ট্যান্সের ব্যবস্থা করে আয়রণের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে নিয়ন্ত্রিত করাই এর কাজ। কারণ আয়রণটিকে যখন ব্যবহারের জন্য গ্রহণ করা হয় তখন ঐ রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ সর্ব নিম্ন (মিনিমাম) হয়ে পরে, ফলে আয়রণ থেকে সর্বোচ্চ (ম্যাক্সিমাম) উত্তাপ পাওয়া যায়। আবার যখন ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না অথচ তাকে এমন ভাবে রাখা দরকার যাতে অনেকক্ষণ ফেলে রাখার পরেও যে মুহূর্তে তাকে গ্রহণ করা হবে সেই মুহূর্তেই সে কাজ করতে পারে—তখন তাকে হাতলটির উপর রাখলেই সমস্ত সার্কিটের রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ যাবে বেড়ে, ফলে আয়রণটি আর অতিরিক্ত উত্তপ্ত হতে পাবে না, তবে একটা নির্দিষ্ট মাত্রায় উত্তপ্ত হয়ে থাকবে।

বোর্ডটির নির্মাণ কৌশল বিশেষ কিছু শক্ত নয়। বাজারের যে কোন ইলেকট্রিকের দোকান থেকে ১২" X ৮" ইঞ্চির একটি সুইচ বোর্ড বস সংগ্রহ করতে হয় ও তার উপরকার ডালাটি খুলে রেখে ভিতরের জায়গাটিতে প্লাগ, হোল্ডার, সুইচ প্রভৃতি জিনিষগুলি চিত্র অনুযায়ী সাজিয়ে নিয়ে তারপর ওয়ারিং করতে বসলে কাজের সুবিধা হয়।

চিত্রে যে ১নং সুইচ-টি দেখান হয়েছে সেটি একটি সিঙ্গেল-পোল-পোল সুইচ হলেই চলে। এর অবস্থান মাত্র

দুইটি ডাইরেক্ট এবং সিরিজ যথাক্রমে (সুইজে চিহ্নিত) “ডা” ও “সি” অর্থাৎ সুইচটিকে ডান দিকে রাখলেই ২নং প্লাগটি মেন থেকে ডিরেক্ট কারেন্ট সরবরাহ পাবে আবার সুইচটিকে বাম দিকে রাখতে ২নং প্লাগটি ১নং হোল্ডারের সহিত সিরিজ হয়ে সরবরাহ পাবে। ফলে ১নং হোল্ডারে একটি ইলেকট্রিক বালব লাগিয়ে ২নং প্লাগটি সার্কিট টেষ্টার হিসাবে ব্যবহার করা চলে আর ইলেকট্রিক বালবের পরিবর্তে একটি নিয়ন বালব লাগিয়ে ২নং প্লাগটিকে কন্ডেন্সার টেষ্টার হিসাবে ব্যবহার করা চলে আবার যেহেতু ২নং প্লাগটিকে ডিরেক্ট সংযোগে নিয়ে আসা চলে সেই হেতু এর দ্বারা অগ্ন্যাগ্ন কাজ করাও চলতে পারে। তাহলে দেখা যাচ্ছে এই ধরনের সিঙ্গেল-থ্রু ডবল পোল সুইচ দ্বারা মাত্র দুইটি কাজ চলে যেমন ২নং প্লাগটিকে একবার সিরিজে সংযোগ করা পুনরায় প্যারাললে সংযোগ করা। তাই এ ধরনের সুইচ দ্বারাও কাজ চলে। তবে আর এক প্রকারের সিঙ্গেল থ্রু ডবল পোল সুইজ আছে যার অবস্থান হচ্ছে তিনটি যথা, ডাইনে, বাঁয়ে ও মধ্যে, ফলে সুবিধা হয় এই যে ২নং প্লাগটিকে সিরিজ ও প্যারালাল সংযোগ রাখা ছাড়াও প্লাগটিকে মেন লাইন থেকে সম্পূর্ণ off করে রাখা চলে। তাই, এই ধরনের সুইচ যোগাড় করতে পারলে খুব ভালই হয়।

২নং সুইচটি হচ্ছে ডবল-পোল-সুইচ। চিত্রে এই সুইচটিকে ৩নং প্লাগের সাথে ব্যবহার করা হয়েছে। এই সুইচটির দ্বারা মেন লাইনের নেগেটিভ ও পজিটিভ দুটোকেই এক সঙ্গে off-on করা চলে, ফলে যন্ত্র নিয়ে পরীক্ষানুলক কাজে ৩নং প্লাগটি খুব ভাল কাজ দেয় আর চেসিস থেকে সব লাগবার কোন সম্ভাবনাও থাকে না।

২নং হোন্ডারটি সব সময়েই সোজা সাপ্লাই-এ লাগান। কাজেকাজেই এখানে একটা বাল্ব লাগিয়ে কাজের জায়গায় আলোর অভাব দূর করা যায়। কাজ করতে গিয়ে যদি কোন রকমের ভুল হয়ে যায় তাহলে বিপদের হাত থেকে রক্ষা পাবার জন্য ফিউজ্, কার্টআউটের ব্যবস্থা করা হয়েছে ফলে ঐ স্থানে বসেই তা সংশোধন করে নেওয়া চলে।

১নং প্লাগটিকে সোলডারিং আয়রনের জন্য রাখা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব আয়রনের উত্তাপকে নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি পিতলের বা লোহার হাতল ব্যবহার করা হয়েছে। এই হাতলটি একদিক ফ্লু দ্বারা আলগা করে লাগান ও বিপরীত দিকে আয়রনটিকে রাখার জন্য ব্যবস্থা করা হয় এবং হাতলটি যাতে সব সময়েই উপরে সংযোগ বিন্দুর সাথে ঠেকে থাকে তার জন্য একটি স্প্রিং এর ব্যবস্থা আছে। সংযোগ বিন্দুগুলি লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব আয়রনটিকে যখন ব্যবহার করা হয়, তখন তার সংযোগটিকে মেন লাইনের সাথে ডিরেক্ট থাকে। কিন্তু যখন আয়রনটিকে রেখে দেবার প্রয়োজন হয় তখন তাকে হাতলের উপর রেখে দিলেই ডাইরেক্ট কারেন্টের সংযোগ ছিন্ন হয়ে যায় এবং আয়রনটি তখন হিটার এলিমেন্টের সাথে সিরিজে সংযুক্ত হয় ফলে, আয়রনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট কমে গিয়ে এমন এক নির্দিষ্ট মাত্রায় এসে পড়ে যার ফলে আয়রনটি অতিরিক্ত উত্তপ্ত হতে পারেনা বটে, তবে তাকে গরম রাখার পক্ষে যথেষ্ট হয়।

হিটার এলিমেন্টের পরিমাণ নির্ভর করে, আয়রনটির লাইনের উপর, তবে সাধারণতঃ ১০০ ওয়াট বা তার চেয়ে কিছু বেশী হলেই যথেষ্ট। সবচেয়ে ভাল উপায় হচ্ছে প্রত্যেক

একটি ছোট হিটিং এলিমেন্ট লাগিয়ে দেখা যায় যে কিছুক্ষণ এইভাবে ফেলে রাখার ফলে অয়রনটি ঠাণ্ডা হয়ে যাচ্ছে কিনা তা যদি হয় তাহলে এলিমেন্ট থেকে কয়েক পাক তার খুলে ফেলে পুনরায় ঠাণ্ডা হচ্ছে কিনা দেখা এই ভাবে ঠিক প্রয়োজন মত বাকিটুকু রেখে দিলেই চলে।

আর যদি এলিমেন্ট পাওয়া না যায় তাহলে হিটার এলিমেন্ট খুলে ফেলে সেই জায়গায় একটি ব্যাটম্ হোল্ডার লাগিয়ে একটি ১০০ ওয়াট ইলেকট্রিক বাল্ব লাগিয়ে দিলেই চলবে।

## পঞ্চদশ অধ্যায়



# এক ড্যালড নিয়ে পরীক্ষা

## পাওয়ার সাপ্লাই

পূর্বেই বলেছি যে ড্যালড যুক্ত গ্রাহক যন্ত্র নির্মাণে পাওয়ার সাপ্লাই-এর প্রয়োজন হয়। কারণ এই পাওয়ার সাপ্লাই থেকেই ড্যালডের হাইটেনশন (H. T.) ভোল্টেজের ব্যবস্থা করা হয়। তাই পরীক্ষামূলক কাজে প্রথমেই পাওয়ার সাপ্লাইকে গ্রহণ করা হয়েছে। পাওয়ার সাপ্লাই নিয়ে পরীক্ষামূলক কাজের জন্য যে পার্টসগুলির দরকার সেগুলি হচ্ছে :—

25Z6-GT	...	...	... ১টি
মেটাল চেসিস্	...	...	... ১ ”
মিলি এম মিটার	...	...	... ১ ”
16 মাইক্রোক্যারাড ইলেকট্রোলিটিক কন্ডেন্সার...			... ২ ”
১০ হেনরী ৫০ মিলি L.F. চোক...			... ১ ”

## রেজিষ্টার—

R <sub>১</sub> —১০,০০০	ওমস্	রেজিষ্টার	... ১টি
R <sub>২</sub> —১৫,০০০	”	”	... ১ ”
R <sub>৩</sub> —১০০০	”	”	... ১ ”
R <sub>৪</sub> —৫০০০	”	”	... ১ ”

R <sub>৫</sub> —২০০	ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স	... ১ টি
R <sub>৬</sub> —২০০০	,, পোটেনশিও মিটার	১ ,,
R <sub>৭</sub> —৭৫০ (৩ গ্র্যাম্পিয়ার) ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্স		১ ,,

### অন্যান্য—

আটপিন্ ভ্যালভ বেস	...	... ১ টি
টার্চের ব্যাটারী	...	... ৩ ,,

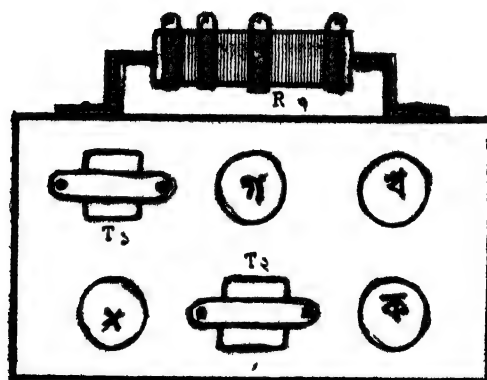
৬/৭টী নাট-বন্ট, (  $\frac{1}{2}$ " ইঞ্চির ) এবং ৪/৫ গজ ফ্লেক্সিবল্ তার, একটি লাইন ব্লাগ ইত্যাদি।

কাজ আরম্ভ করার পূর্বে এ সম্বন্ধে কতকগুলি প্রয়োজনীয় বিষয়ের উল্লেখ করবো, যেমন—

- ১। যে সকল পরীক্ষা কার্য দেখান হবে সেগুলি ১০০ থেকে ২২০ ভোল্ট পর্যন্ত এ/সি বা ডি/সি যে কোন মেন ভোল্টেজ থেকে গ্রহণ করা চলবে।
- ২। বেশী ভোল্ট নিয়ে কাজ করতে গিয়ে অনেক সময় বিপদজনক অবস্থার সম্মুখীন হতে হয়। তাই রেকটিফায়ার টিউবটির আউট পুট ভোল্টেজ যাতে বেশী না হয় তার জন্য টিউবের প্লেট ভোল্টেজকে কমিয়ে রাখা হয়েছে। চিত্র (২৮৩নং চিত্র) লক্ষ্য করলে দেখতে পাব প্লেটের সংযোগটি L. T. রেজিষ্ট্যান্সের যে দিক মেনের দিকে আছে সেদিকে না লাগিয়ে ফিলামেন্টের দিকে লাগান আছে ( তবে L. T. রেজিষ্ট্যান্সের গায়ে আর একটি ক্ল্যাম্প লাগিয়ে প্লেটকে ২৫ থেকে ৩৫ ভোল্ট সরবরাহের ব্যবস্থাও করা চলে )। কলে প্লেটটি ফিলামেন্টের সমান ভোল্ট গ্রহণ করায় পাওয়ার সাপ্লাইয়ের আউট-পুট ভোল্টেজও কমে যাবে, কাজে কাজেই এই লো-ভোল্টেজ নিয়ে কাজ করতে গিয়ে বিপদের সম্ভাবনা থাকবে না। আর রেকটিফায়ার টিউবটিরও ক্ষতিগ্রস্ত হবার সম্ভাবনা কম থাকবে।



- ৩। তালিকায় যে মেটাল চেসিসের উল্লেখ করা হয়েছে। সেটির দৈর্ঘ্য হবে ৮" এবং প্রস্থ হবে ৭" ও উচ্চতা ২" ইঞ্চি। ২৭৭নং চিত্র অনুযায়ী চেসিসটির উপরে চারটি ভালভ বেস বসাবার ছিদ্র কবে নিলে ভাল হয় কারণ তাতে এক ভালভ দু' ভালভ এবং তিন ভালভ প্রভৃতি পরীক্ষাগুলি যখন একটার পর আর একটা এই ভাবে করান হবে তখন ঐ একই চেসিসে কাজ করা চলবে।



২৭৭নং চিত্র

- ৪। তালিকায় যে সকল পার্টসগুলির উল্লেখ করা হয়েছে সেগুলি খুব সাবধানের সহিত ব্যবহার করতে হবে। কারণ, প্রথম পরীক্ষা ছাড়াও পদ্ধতী পরীক্ষাগুলিতে এর পুনঃ পুনঃ প্রয়োজন হবে এবং পরে ঐ পার্টসগুলি দ্বিগুণে একটি তিন ভালভ এ.সি/ডি.সি গ্রাহকায় নির্মিত হবে। তাই পরীক্ষা-কালক কালক যখন এগুলি ব্যবহার করা হবে তখন পার্টসগুলি লক্ষ্যে, কলার, বক্স যুগগুলি গাফিয়ে রাখা ব্যবহারের ক্ষমতার

সুবিধার জন্য মুখের তারগুলি কেটে কেটে ছোট না করাই ভাল। কারণ, তাতে পরবর্তী কাজে অসুবিধা হবে। কাজে কাজেই পার্টসগুলির যত্ন নিতে হবে আবার বাতে ভালভাবে সংযোগ পায় তারও ব্যবস্থা করতে হবে। আমার মতে সবচেয়ে ভাল উপায় হচ্ছে সংযোগ বিন্দু দুইটি প্রথমে ছুরি বা এম্বাডি (emery) পেপার দিয়ে ঘসে পরিষ্কার করে নিয়ে বিন্দু দুইটিকে এমন ভাবে সোল্ডার করা উচিত যাতে প্রত্যেকটি পরীক্ষার শেষে উত্তম সোল্ডারিং আয়রণটি বিন্দুটিতে ঠেকালেই তাদের সংযোগ ছিন্ন হয়ে যায়। পার্টসগুলি সম্বন্ধে আর একটি কথা বলে রাখি যে, তালিকায় যে সকল রেজিস্ট্যান্সের উল্লেখ করা হয়েছে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব তাদের পরিমাণগুলিকে  $R_1, R_2, R_3$  প্রভৃতি দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে তার কারণ হচ্ছে পরীক্ষামূলক কাজে যে সকল চিত্রগুলি অঙ্কন করা হয়েছে তাদের মধ্যভাগে স্থান না থাকায় প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সের পৃথক পৃথক পরিমাণকে লিখে দেওয়া সম্ভব হলো না। তাই  $R_1, R_2, R_3$  প্রভৃতির সাহায্য গ্রহণ করা হয়েছে।

- ৫। যে মিলি এম মিটারটির উল্লেখ আমি করেছি তার ম্যানুয়াল রেজ বা স্কেল রিডিং হচ্ছে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার। এর আন্তঃস্থরীণ রেজিস্ট্যান্স (internal resistance) হচ্ছে ২০৫ ওহম। এই মিলি এম-মিটারটি ধোঁগার করতে পারলে ভাল হয়। তবে এই মিটারই যে ব্যবহার করতে হবে তার কোন যানে নাই। আদ্যকাল বাজারে যে সব এম মিটার পাওয়া যায় সেই একটা ধোঁগার করে তাদের রেজিস্ট্যান্স জেনে নিয়ে তাকেই ভোল্ট মিটার এবং ওহম মিটার হিসাবে পরীক্ষামূলক কাজে লাগানো যায়। কিভাবে এম মিটারকে ভোল্ট মিটারে ও ওহম মিটারে রূপান্তরিত করা যায় সে সম্বন্ধে মোটামুটি আলোচনা স্থান বিশেষে করা হয়েছে। ওহম মিটার হিসাবে এম মিটার দ্বারা যখন লাকিটের রেজিস্ট্যান্স বা কমপন্ডিসিট টেস্ট করা হয়ে যখন লাকিটের যান্ত্রিক

লাইনের সাথে লাগান না থাকে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।  
তা না হলে মিটারটি পুরে যেতে পারে।

- \*। যে সকল পরীক্ষামূলক কাজ দেখান হবে সেগুলি যদি ধারাবাহিক ভাবে করে যাওয়া যায় এবং তাদের ফলাফলগুলি লেবরেটারি নোট বুক লিখে রাখা যায়, তাহলে সব রকম রেডিও বা এ্যামপ্লিফায়ার তৈরী ও সার্কিট রহস্য সম্বন্ধে একটা মোটামুটি জ্ঞান রাখা যাবে এবং ভবিষ্যতে এর প্রযোজন উপলব্ধি করা যাবে।

## পরীক্ষা—১

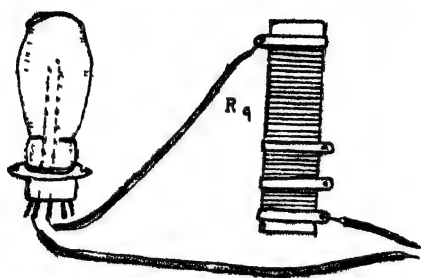
### ফিলামেন্ট সার্কিট

**পার্টস**—চেসিস্, আট পিন ভালভ বেস, ৭৫০ ওমস্ (R<sub>১</sub>)  
ফিলামেন্ট, রেজিষ্ট্যান্স, ৪/৫ গজ ক্রেস্লিবল তার, প্লাগ ও ৪টি  
নাট বন্টু।

**ব্যবহার**—২৭৭নং চিত্রে যে চেসিসকে দেখান হয়েছে তার (X) চিহ্নিত ছিদ্রে ভালভ বেসটিকে বসান। সাধারণত চেসিসের নিচের দিক থেকে বেসটি ছিদ্র পথে লাগান এবং নাটবন্টু দিয়ে বেসটিকে চেসিসের সাথে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। দেখবেন যেন বেসটির Key way মুখটি চেসিসের সামনের দিকে থাকে। পুনরায় ২৭৭নং চিত্রে যেভাবে দেখান আছে ঠিক সেই ভাবে ৭৫০ ওমস্ ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্সকে চেসিসের পিছন দিকে লাগান ও নাটবন্টু দিয়ে জোর করে আটকে দিন।

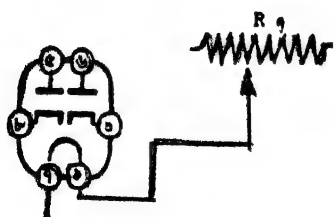
খানিকটা এক গাছা তার (হুক-আপ ওয়ার) দিয়ে ২৭৮নং চিত্র অনুযায়ী বেসটির ২নং পিনকে রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য ক্লাস্পটির

সাথে লাগিয়ে বিন্দু দুইটি সোল্ডার করে দিন। এইবার ফ্লেস্টিবল তারের এক প্রান্তের মুখ দুইটির একটিকে রেজিষ্ট্যান্সের এক প্রান্তের মুখে ও অপরটিকে ভালভ বেসের ৭নং পিনে এবং ফ্লেস্টিবল তারের অপর প্রান্তের দুই প্রান্তের সাথে যুক্ত



২৭৮নং চিত্র।

করুন। এইবার সমস্ত সার্কিটকে ২৭৯নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিন।



২৭৯নং চিত্র।

**কলাকল—**এইভাবে রেক্টিফায়ার টিউবের ফিলামেন্ট সার্কিটে ওয়ারিং সম্পূর্ণ হলো। লক্ষ্য করলে দেখতে পাব টিউবের ফিলামেন্টের সাথে রেজিষ্ট্যান্সটি দিরিয়ে যুক্ত হলো।

কলে ঐ রেজিষ্ট্যান্স মেন ভোল্টেজকে কমিয়ে দিয়ে কেবল মাত্র টিউবের প্রয়োজনীয় ফিলামেন্ট ভোল্টেজ (২৫ ভোল্ট) সরবরাহ করবে।

## পরীক্ষা—২

### ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্স

পার্টস—১নং পরীক্ষার ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—এক্ষেত্রে ১নং পরীক্ষার সার্কিটই গ্রহণ করা হবে। যে রেজিষ্ট্যান্সটি সার্কিটে ব্যবহার করা হয়েছে এক্ষেত্রে তার কাজ হলো ২২০ ভোল্ট মেন ভোল্টেজকে ড্রপ করে বা কমিয়ে \* ২৫ ভোল্টে নিয়ে আসা সুতরাং রেজিষ্ট্যান্সটির দুই প্রান্তের (অ্যাক্রেশের) ড্রপিং ভোল্টেজ হবে মেন ভোল্টেজ বিয়োগ টিউবের ফিলামেন্ট ভোল্টেজ। অতএব দেখা যাক ঐ ড্রপ করার জন্য রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ কত হওয়া উচিত।

ধরে নেওয়া যাক আমাদের মেন ভোল্টেজ হচ্ছে ২২০ ভোল্ট আর টিউবের জন্য দরকার ২৫ ভোল্ট, তাহলে ড্রপিং ভোল্টেজ হবে—

$$২২০ - ২৫ = ১৯৫ \text{ ভোল্ট।}$$

টিউব ম্যানুয়াল থেকে দেখে নেওয়া গেল যে 25Z6 ভ্যাকুয়াম ফিলামেন্ট বা হিটার কারেন্ট হচ্ছে ৩০০ মিঃ এঃ (৩ এম্পিয়ার)। আমরা জানি, কোন রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রেশের ভোল্টেজ ও তার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট

---

\* অর্থাৎ ২২০ ভোল্ট টিউবের ফিলামেন্ট ভোল্টেজ হচ্ছে ২৫ ভোল্ট।

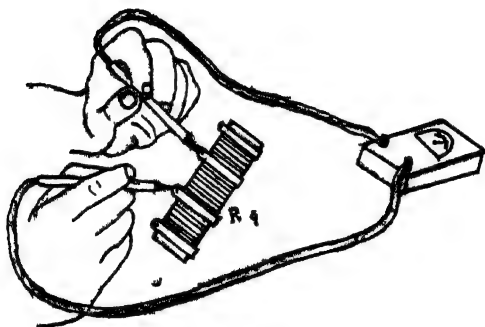
যদি জানা থাকে তাহলে ওম-মুত্রেয় সাহায্যে তার রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

মুত্রটি হলো—

$$R = \frac{E}{I}$$

তাহলে রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ হবে—

$$\therefore R = \frac{520}{.6} = 860 \text{ ওম}$$



২৮০নং চিত্র।

এইভাবে ওম মুত্রদ্বারা রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ জেনে নেওয়ার পর ২৮০নং চিত্রের জায় ওম মিটার সাহায্যে কিলোমিটার রেজিস্ট্যান্সের মধ্য ক্রামটি কমিয়ে-বাড়িয়ে ঠিক পরিমাণে নিয়ে আসতে হয়। এই প্রসঙ্গে একটি কথা বলে রাখি এই পরিমাপের জন্য ওম-মিটারটি খুব সূক্ষ্ম (sensitive) হওয়া দরকার। কারণ, প্রয়োজনীয় ওমসের কম-বেশীর মধ্যে টিউবের কিলোমিটার স্কেলেতে অভিন্ন ভোল্টেজ নিয়ে টিউবকে কাজে লাগানো

কমতে পারে, তাই আমার মতে যাদের সূক্ষ্ম মিটার নাই তাদেরকে প্রথম একবার নিকটবর্তী কোন দোকান থেকে মেপে নিয়ে আসতে পারলে ভাল হয়। তবে এই সঙ্গে আমি যে একটি ০—১৫ মিলি গ্র্যাম মিটারকে ওম মিটারে রূপান্তরীত করে পরিমাপ নির্ণয়ের নির্দেশ দিয়েছি (পরীক্ষা নং ১৯ দেখুন) তার দ্বারাও রেজিস্ট্যান্সটি মাপা যায়। যাহা হউক যে কোন প্রকারেই হোক যখন জানতে পারবেন যে নির্দিষ্ট পরিমাপের রেজিস্ট্যান্সকে ফিলামেন্টের সাথে সিরিজে রাখা হয়েছে, তখন ফিলামেন্ট সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ হবেন। তবে টিউবকে বেসের মধ্যে বসিয়ে ও প্লাগটিকে মেনে লাগাবার আগে—৩নং পরীক্ষাটি করে নেওয়া অত্যন্ত প্রয়োজন।

### পরীক্ষা—৩

#### ফিলামেন্ট সার্কিট টেষ্ট

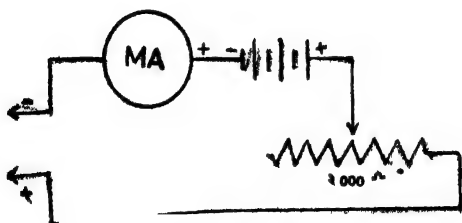
পার্টস—মিলিএমমিটার, ৪টি টর্চের ব্যাটারী ও ২০০০ ওম্ (R<sub>৬</sub>) পোটেনশিও মিটার।

ব্যবহার—নির্দিষ্ট ফিলামেন্ট সার্কিট নিয়েই পরীক্ষা চলবে। প্রথমেই নির্দিষ্ট সার্কিটের কোথাও সর্ট সার্কিট আছে কিনা দেখবার জন্ত ২৮১নং চিত্র অনুযায়ী মিলিএমমিটার ব্যাটারী ও ২০০০ ওম্ (R<sub>৬</sub>) পোটেনশিও মিটারকে সিরিজে লাগিয়ে ওম মিটার নির্মাণ করুন। এইবার ওম মিটারের দুইটি তারের মুখকে সংযুক্ত করে পোটেনশিও মিটারটি আন্তে আন্তে জুড়িয়ে মিলি এম মিটারের কাঁটাটি ১৫ মিলি গ্র্যাম-নির্মাণের ঝরে রাখুন। এবার নিম্নলিখিত বর্ণনামুযায়ী ওম

মিটার নিয়ে কাজ শুরু করুন। তবে এইরূপ কাজ করার সময় টিউবটিকে যেন বেসের মধ্যে বসাবেন না আর প্লাগ যেন মেনে লাগান না থাকে।

নিম্নে যে যে স্থানগুলির উল্লেখ করা হবে ২৭৮নং চিত্রের ঠিক সেই সেই জায়গায় ওম মিটারের প্রড (তারের মুখ) দুইটিকে ঠেকিয়ে তার ফলাফল লক্ষ্য করুন।

- ১। প্লাগের দুইটি মাথায়।
- ২। রেজিষ্ট্যান্সের দুইটি মাথায়।
- ৩। ভালভ বেসের ৭নং পিনে এবং চেসিসের গায়ে।
- ৪। " " ২নং " এবং প্লাগের প্রত্যেক-  
টির মাথায়।
- ৫। " " ৭নং " " "
- ৬। রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য ক্রাম্প এবং প্লাগের যে মাথাটি  
রেজিষ্ট্যান্সে লাগান।



২৮১নং চিত্র

**ফলাফল—**পূর্বের প্রত্যেকটি পরীক্ষা নিম্নের ফলাফলের সাথে মেলান। যদি কোন পার্থক্য দেখেন তাহলে কোম্পানী ভুল সংযোগ হয়েছে বুঝবেন এবং সার্কিটের সঙ্গে তাল মিলিয়ে আঁট করে নেবেন।



- ১। কোন নির্দেশ দেখাবে না।
- ২। রেজিষ্ট্র্যান্সের জন্য নির্দেশ দেবে।
- ৩। কোন নির্দেশ দেবে না।
- ৪। প্লাগের একটা পিনের মাথায় প্রায় 8ma নির্দেশ দিয়ে অন্যটিতে কোন নির্দেশ পাওয়া যাবে না।
- ৫। প্লাগের একটা পিনের মাথায় প্রায় ১৫ ma নির্দেশ দিয়ে অন্যটিতে কোন নির্দেশ পাওয়া যাবে না।
- ৬। নির্দেশ দিবে তবে তার পরিমাণ নির্ভর করবে মধ্য ক্লাম্পের দূরত্বের উপর।

## পরীক্ষা—৪

### টিউব মুক্ত সার্কিট

পাট'স—25Z6 টিউব।

ব্যবহার—নির্মিত ফিলামেন্ট সার্কিট নিয়েই পরীক্ষা চলবে তবে এখন টিউবটিকে বেসের মধ্যে ভালভাবে বসিয়ে দিন। প্লাগটিকে পূর্বে নির্মিত কেন্দ্রীয় বোর্ডের ২নং প্লাগে লাগান এবং টিউবটির প্রতি লক্ষ্য রাখুন।

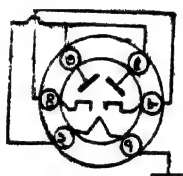
ফলাফল—পাওয়ার বোর্ডের ১নং সুইচকে সিরিজে রেখে যদি দেখেন ১নং হোল্ডারের ইলেকট্রিক বাল্বটি তার স্বাভাবিক অপেক্ষা কম জ্বলে তাহলে 'সুইচ'টি ডাইরেক্ট করে দিন। কারণ, 25Z6 টিউবটির ফিলামেন্ট সার্কিটটি যদি কোথাও সঠিক থাকে তাহলে বাল্বটি তার স্বাভাবিক ব্যবহার করবে। আর যদি কম জ্বলে তাহলে বলাকে 'জ্বল' সার্কিট

ঠিক আছে। ডাইরেক্ট করার ফলে বাল্বটি নিভে গিয়ে টিউবটির ফিলামেন্ট ধীরে ধীরে জ্বলে উঠবে এবং ক্যাথোডকে একটু একটু করে উত্তপ্ত করে তুলবে।

### পরীক্ষা—৫

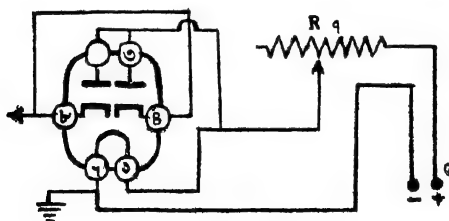
#### প্লেট সংযোগ

পার্টস—মিলি এন মিটার, ৪টি টর্চের ব্যাটারী ও ২০০০ ওমস্ ( $R_9$ ) পোটেনশিও মিটার।



২৮২নং চিত্র।

ব্যবহার—পাওয়ার বোর্ডের ৩নং প্লাগে রিসিভারের প্লাগকে বসান। বোর্ডের ২নং সুইচটি off করে রাখুন



২৮৩নং চিত্র।

এবং ভ্যালভ বেস থেকে টিউবকে খুলে রাখুন। এইবার খানিকটা তার দিয়ে ২৮২নং চিত্রের ন্যায় ভ্যালভ বেসের ৫নং

ও ৩নং পিনকে সর্ট করে ১নং পিনের সাথে যুক্ত করে দিন এবং আরও খানিকটা তার দিয়ে ৭নং পিনে এবং চেসিসে লাগিয়ে সোল্ডার করে দিন। আর ৪নং ও ৮নং পিনকেও খানিকটা তার দিয়ে সর্ট করে দিন। লক্ষ্য রাখবেন যেন তারগুলি প্রয়োজনের অতিরিক্ত বড় না হয়। আর পূর্বের সংযোগের সাথে লেগে কোন গোলযোগের সৃষ্টি না করে। এইবার সমস্ত সার্কিটকে ১৮৩নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিন এবং পুনরায় ওম মিটারেব সাহায্যে ৩নং পরীক্ষার স্থায় সমস্ত সার্কিটকে পরীক্ষা কবে নিন।

**ফলাফল**—১নং সুইচকে off করে দেওয়ার ফলে যন্ত্রের নেগেটিভ ও পজিটিভ উভয় লাইন off হয়ে যাবে। আর ওম মিটার দিয়ে পরীক্ষার ফলে মিটারের প্রত্যেকটি নির্দেশই ৩নং পরীক্ষার স্থায় হবে, তবে ৩নং অর্থাৎ চেসিস ও মেন ব্লাগের এক মাথায় নির্দেশ পাওয়া যাবে কারণ ২৮৩নং চিত্রকে বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব সমস্ত সংযোগই পূর্বের স্থায় আছে, তবে নূতনের মধ্যে কেবল মেন লাইনের এক দিককে চেসিসে ও অপর দিককে রেজিষ্ট্যান্স মারফৎ টিউবের প্লেটে সংযোগ করা হয়েছে।

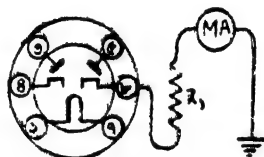
### পরীক্ষা—৬

#### রেজিষ্টার সার্কিট

**পার্টস**—মিলি এম মিটার, ১০,০০০ ওমস্ (R<sub>১</sub>) রেজিষ্ট্যান্স, 25Z6 টিউব।

**ব্যবহার**—প্রথমেই মিলি এম মিটার ও ১০,০০০ ওমস্ (R<sub>১</sub>) রেজিষ্ট্যান্সটিকে সিরিজে লাগিয়ে একটি ভোল্ট

মিটার প্রস্তুত করণ এবং মিটারের একদিক (নেগেটিভ দিক) চেসিসে ও অপর দিক ২৮৪নং চিত্রের ন্যায় ৮নং পিনে যুক্ত করুন। পুনরায় 25Z6 টিউবটি ভ্যালভ বেসে বসিয়ে বোর্ডের ২নং সুইচটি on করে ফিলামেন্টকে উত্তপ্ত হতে দিন এবং মিটারের প্রতি লক্ষ্য রাখুন। যদি দেখেন কোন নির্দেশ পাওয়া যাচ্ছে না—আপনার মেন লাইন যদি ডি,সি হয়—তাহলে প্লাগটি উল্টে বসান।



২৮৪নং চিত্র

**ফলাফল**—আমাদের মিলি এমিটারটি ডি,সি যন্ত্র হওয়ায় তার নির্দেশক বা কাঁটাটি তার মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে একাভিমুখে দেখাবে। মেন লাইন যদি ডি,সি হয় তাহলে যতক্ষণ না টিউবের প্লেটে মেনের পজিটিভ দিক যুক্ত হচ্ছে ততক্ষণ বেক্টিফায়ার থেকে কোন কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। মেন লাইন যদি এ,সি হয় তবেই সার্কিটে রেক্টিফিকেশন আরম্ভ হবে। আবার যেহেতু রেক্টিফায়ার টিউবের প্লেটে ২৫ ভোল্ট দেওয়া আছে সেই হেতু টিউবের আউট-পুটও ২৫ ভোল্টের বেশী হতে পারে না বরং কিছু কম হতে পারে। কারণ রেক্টিফায়ার টিউবের অ্যাক্রশে কিছুটা ভোল্টেজ-ড্রপ ঘটে। যাহা হউক এই **লোড-হীন**—অবস্থায় মিটারটি কত ভোল্টেজ \* নির্দেশ দেয় দেখুন এবং পরবর্তী পরীক্ষার জন্য

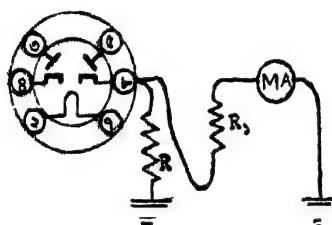
\* আউট-পুটের এই ভোল্টেজকে বলা হয় এককটিভ ভোল্টেজ (Effective Voltage)।

নোট করে রাখুন। এক্ষেত্রে মিটারে যত মিলি এ্যাম্পিয়র নির্দেশ দেবে তাকে ১০ দিয়ে গুণ করলেই ভোল্ট পাও যাবে

## পরীক্ষা-৭

### ভোল্টেজ রেগুলেশন

পার্টস—৬নং পরীক্ষার পার্টসগুলি এবং ১৪,০০০ ওম (  $R_2$  ) ৫০০০ ওমস্, (  $R_8$  ) ১০০০ ওমস্, (  $R$  ) রেজিষ্ট্যান্স ও ২০০০ ওমস্, (  $R_৬$  ) পোটেনশিও মিটার।



২৮৫নং চিত্র

ব্যবহার—৬নং পরীক্ষায় যে ভাবে একটি ১০,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স ও মিলি এম মিটারের সাহায্যে ভোল্টমিটার তৈরী কবে ভ্যালভ বেসের ৮নং পিনে লাগান হয়ে ছিল সেগুলি না খুলে, আর একটি ১৫,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে ৮নং পিন ও চেসিসে লাগিয়ে দিন। এই রেজিষ্ট্যান্সটি ২৮৫নং চিত্রে যে 'R' চিহ্নিত রেজিষ্ট্যান্স রেকটিকায়ারের আউট-পুটে লোড হিসাবে অঙ্কন করা হয়েছে, তারই পরিবর্তে ব্যবহার করা হয়েছে। এইবার বোর্ডের সুইচটি on করে দিয়ে মিলি

এম মিটারে যা নির্দেশ দেয় তাকে নোট করে রাখুন। পুনরায় সুইচটি off করে ১৫,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি খুলে ফেলে তার জায়গায় একটি ১০০০ ওমস্-রেজিস্ট্যান্স ও ২০০০ ওমস্ পোটেনশিও মিটারকে সিরিজে লাগিয়ে দিন। তবে লক্ষ্য করবেন যে পোটেনশিও মিটারের দুই প্রান্তের টার্মিনালকে ঐ ১০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের সাথে এমন ভাবে লাগান হয় যাতে R এর পরিমাণ মোট ৩০০০ ওমস্ হয়। এবারও সুইচটি on করে মিটারের নির্দেশটা নোট কবে নিন এবং সুইচটিকে off করে দিয়ে ও ১০০০ ওমসকে রেখে কেবল পোটেনশিও মিটারটি সার্কিট থেকে খুলে ফেলুন এবং তার পরিবর্তে একটি ৫০০ ওমস রেজিস্ট্যান্স ঐ ১০০০ ওমসের সাথে সিরিজে লাগিয়ে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পুনরায় সুইচ খুলে মিটারে কত ভোল্ট নির্দেশ দেয় দেখুন এবং এইভাবে পাওয়া বিভিন্ন ভোল্টেজের তুলনা করুন।

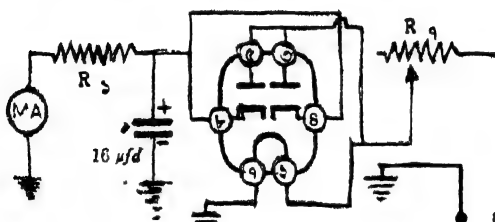
**ফলাফল**—এইভাবে ১৫,০০০ ওমস, ৩০০০ ও ১৫০০ ওমসকে রেকটিফায়ার আউট-পুটে লোড হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব লোডের পরিমাণ যতই কমছে অর্থাৎ রেজিস্ট্যান্স কমার ফলে যত বেশী কারেন্ট লোডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে, রেকটিফায়ারের আউট-পুট ভোল্টেজও তত কমে আসছে। পুনরায় ঐ ৫নং পরীক্ষায় লোড হীন অবস্থায় পাওয়া ভোল্টেজের সাথে এই বিভিন্ন ভোল্টেজের তুলনা করলে রেকটিফায়ারের রেগুলেশন (regulation of the rectifier) সম্বন্ধে মোটামুটি এই ধারণাই হবে যে—প্রবাহিত কারেন্টের মাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে রেকটিফায়ারের অ্যাক্রশে বেশী রকম ভোল্টেজ ড্রপ ঘটান ফলেই আউট-পুট ভোল্টেজের পতন ঘটে।

## পরীক্ষা-৮

## -ক্যাপাসিটি ফিল্টার

পার্টস— $16 \mu fd$  ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার।

ব্যবহার—৭নং পরীক্ষায় ভোল্ট মিটার হিসাবে  $10,000$  ওমস রেজিস্ট্যান্স ও মিলি এম মিটারটি ব্যবহার করা হয়েছিল সেগুলিকে ঠিক ঐভাবে রেখে দিয়ে কেবল লোড হিসাবে যে রেজিস্ট্যান্সগুলি লাগান আছে সেগুলি খুলে ফেলুন এবং



২৮৬নং চিত্র

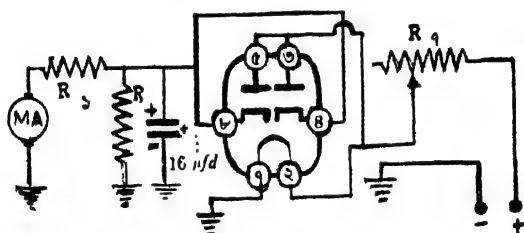
২৮৬নং চিত্রের স্থায় ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারের + চিহ্নিত দিকটি ৮নং পিনে ও - চিহ্নিত দিকটি চেসিসে লাগিয়ে সুইচটি on করে দিন। কিছুক্ষণ বাদে যখন টিউবের ফিলামেন্ট উত্তপ্ত হয়ে উঠবে তখন ক্যাথোড প্রাস্তে সংলগ্ন ভোল্ট মিটারটি কত ভোল্ট নির্দেশ দেয় তা নোট করুন এবং ৬নং পরীক্ষায় পাওয়া ভোল্টেজের সাথে তুলনা করুন।

ফলাফল—এক্ষেত্রে ক্যাথোড প্রাস্তে কনডেন্সার সংযুক্ত থাকায় এই কনডেন্সারটি রেকটিফায়ারের আউট-পুট ভোল্টেজের পিক্‌পয়েন্টে চার্জ গ্রহণ করবে এবং সম্পূর্ণ ভাবে

ডিস্চার্জ না হওয়ায় কনডেন্সারের অ্যাক্রশের ভোল্টেজ, একেকটি ভ. ভোল্টেজের চেয়ে বেশী হবে ( একত্রে একেকটি ভ. ভোল্টেজ হচ্ছে ৬নং পরীক্ষার লোডহীন অবস্থায় পাওয়া আউট-পুট ভোল্টেজ )। তাহলে মোটামুটি দেখা যাচ্ছে যে রেকটিফায়ার টিউবের আউট-পুট-অ্যাক্রশের কনডেন্সার, রেকটিফায়ারের ডাইরেক্ট ভোল্টেজের মাত্রা বৃদ্ধি করে।

পরীক্ষা-৯

**ক্যাপাসিটি ফিণ্টার সার্কিটের রেগুলেশন**



২৮৭নং চিত্র

পার্টস—১৫০০০ গ্ৰাম্ (R<sub>১</sub>) ১০০০ গ্ৰাম্ (R<sub>৩</sub>) ও  
৫০০ গ্ৰাম্ (R<sub>৪</sub>) রেজিষ্ট্যান্স এবং ২০০০ গ্ৰাম্ (R<sub>৬</sub>)  
পোটেনশিও মিটার।

**ব্যবহার—**চনং পরীক্ষা নিয়েই কাজ চলবে তবে এই পরীক্ষাটি পূর্বের ৭নং পরীক্ষার জায় হবে অর্থাৎ প্রথমে ১৫,০০০ ওমস, তারপর ১০০০ ওমস ও ২০০০ ওমস পোটেনশিও



মিটারকে সিরিজ সংযোগ করে মোট ৩০০০ ওমস্ এবং অবশেষে ১০০০ ওমস্ ও ৫০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সের মোট ১৫০০ ওমস্কে ২৮৭নং চিত্রে লোড হিসাবে ব্যবহৃত 'R' চিহ্নিত রেজিষ্ট্যান্সের পরিবর্তে ব্যবহার করুন এবং প্রত্যেকটি লোডের ( ১৫,০০০ ওমস্, ৩০০০ ওমস্ ও ১৫০০ ওমস্ ) পৃথক পৃথক সংযোগের ফলে ভোল্ট মিটারের যে পরিমাণ নির্দেশ পাওয়া যায় তাকে নোট করুন এবং ৭নং পরীক্ষায় পাওয়া বিভিন্ন ভোল্টেজের সাথে তুলনা করুন।

**ফলাফল**—৭নং পরীক্ষার চেয়ে এই পরীক্ষার আউট-পুট ভোল্টেজ বেশী হবে। তবে এক্ষেত্রে আউট-পুটে ব্যবহৃত লোডের গুরুত্ব অনুযায়ী কিরূপ ভোল্টেজ-ড্রপ ঘটে তা লক্ষ্য করবার বিষয়। কারণস্বরূপ দেখা গেছে যে, যখন লোড-কারেন্ট বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় তখন প্রতিটি রেক্টিফিকেশন সাইক্লসে কনডেন্সারটি বেশী রকম ডিসচার্জ হয়। সুতরাং পূর্বের লোডহীন অবস্থার হ্যাঁয় পিক ভোল্টেজে চার্জযুক্ত হয়ে থাকতে পারে না।

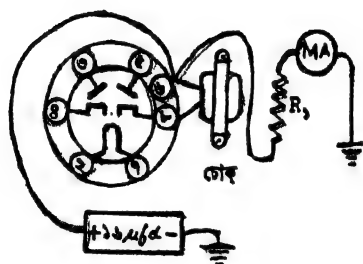
## পরীক্ষা—১০

### “L” টাইপ ফিল্টার

**পার্টস**—১টি চোক এবং ১টি নাট-বন্টু।

**ব্যবহার**—৯নং পরীক্ষার লোড হিসাবে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্সগুলি সার্কিট থেকে খুলে রাখুন। কনডেন্সারের পজিটিভ প্রান্ত (যে প্রান্তটি ক্যাথোডে যুক্ত) এবং মিলি-এম মিটার ও ১০,০০০ ওমস রেজিষ্ট্যান্স দ্বারা গঠিত ভোল্ট

মিটারের যে প্রান্তটি ক্যাথোড প্রান্তে লাগান, ঐ মুখ দু'টিকে ক্যাথোড থেকে (৮নং পিন থেকে) খুলে ভ্যালভ বেসের ৬নং পিনে লাগান (কন্ডেন্সারের নেগেটিভ প্রান্তে ও ভোল্ট মিটারের নেগেটিভ প্রান্ত চেসিসেই লাগান থাকবে)। এই ৬নং পিনটি 25Z6-GT টিউবের কোন কাজে লাগে না, তাই ঐ পিনটিকে সংযোগ বিন্দু হিসাবে ব্যবহার করা হলো। এইবার চোকটি (২৭৭নং চিত্রের স্থায়) চেসিসের উপর বসিয়ে তার একটি টার্মিনাল ৮নং পিনে এবং অবশিষ্ট টার্মিনালটি ৬নং পিনে সংযোগ করলেই দেখতে পাবেন, সার্কিটটি ২৮৮নং চিত্র অনুযায়ী হয়েছে। পুনরায় বোর্ডের



২৮৮নং চিত্র

সুইচটি on করে ভোল্টেজ নোট করুন এবং ৬নং ও ৮নং পরীক্ষায় পাওয়া ভোল্টেজগুলির সাথে তুলনা করুন।

**ফলাফল**—এইভাবে রেকটিফায়ারের আউট-পুটে একটি চোক- ইনপুট-ফিল্টার বা L টাইপ ফিল্টার গঠন করা হলো। এই ধরনের ফিল্টারকে অনেক হাই-ভোল্টেজ পাওয়ার সাপ্লাই-এ দেখতে পাওয়া যায়।

এক্ষেত্রে কন্ডেন্সার ও রেক্টিফায়ারের মাঝে চোক থাকায় এবং চোকটির ফ্লাকচুয়েশনকে নষ্ট করার (smooth out the fluctuation) ক্ষমতা থাকায় কন্ডেন্সারটি পিক-ভোল্টেজে চার্জযুক্ত হতে পারে না, ফলে আউট-পুট ভোল্টেজও কম হয়। তবে এইরূপ ফিল্টার সার্কিটের একটা বিশেষ গুণ হচ্ছে এই যে প্রাকটিক্যাল সার্কিটে এর ভোল্টেজ রেগুলেশন খুব ভাল থাকে।

### পরীক্ষা—১১

“L”—টাইপ ফিল্টারের রেগুলেশন

পার্টস—১৫,০০০ ওমস্ ( $R_5$ ), ১০০০ ওমস্ ( $R_6$ ) ও ৫০০ ওমস্ ( $R_7$ ) রেজিস্ট্যান্স এবং ২০০০ ওমস্ ( $R_8$ ) পোটেনশিওমিটার।

ব্যবহার—এই পরীক্ষাটি পূর্বের ৯নং পরীক্ষার মতই হবে। অর্থাৎ ১০নং পরীক্ষায় যে সার্কিট গঠন করা হয়েছে তারই আউট-পুটে একবার ১৫,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে আবার ১০০০ ও ২০০০ ওমস্ পোটেনশিওমিটারের মোট ৩০০০ ওমস্কে, পুনরায় ১০০০ ও ৫০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের মোট ১৫০০ ওমস্কে পৃথক পৃথক ভাবে সংযুক্ত করে প্রতি বারের নির্দেশিত ভোল্টেজকে নোট করুন এবং ৭নং ও ৯নং পরীক্ষায় পাওয়া ভোল্টেজের সাথে তুলনা করুন।

ফলাফল—এক্ষেত্রেও দেখতে পাবেন, রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ কমানর সঙ্গে সঙ্গে ভোল্টেজও কমে আসছে। কিন্তু এক্ষেত্রে লক্ষ্য করবার বিষয় এই যে, পরীক্ষায় প্রথম

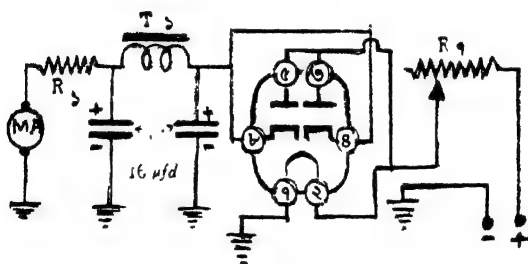
ভোল্টেজের পরিমাণ, ক্যাপাসিটি ফিল্টারের বেলায় (৯নং পরীক্ষায়) পাওয়া প্রথম ভোল্টেজের চেয়ে পরিমাণে কম এবং ভোল্টেজ ড্রপগুলিও তেমন দর্শন যোগ্য নয়।

## পরীক্ষা—১২

### “PI”—টাইপ-ফিল্টার

পার্টস—16  $\mu fd$ . ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার।

ব্যবহার—১১নং পরীক্ষায় লোড হিসাবে ব্যবহৃত রেজি-  
ষ্ট্যান্সগুলি খুলে ফেলুন এবং নতুন 16  $\mu fd$  ইলেকট্রোলিটিক



২৮৯নং চিত্র

কনডেন্সারের পজিটিভ প্রান্ত রেকটিফায়ারের ক্যাথোড প্রান্তে (৮নং পিনে) ও নেগেটিভকে চেসিসের সাথে যুক্ত করুন। দেখবেন যেন সার্কিটের অম্যান্য পার্টসগুলি খুলে না যায়, আর বিশেষভাবে মনে রাখবেন যে সার্কিটে কোন নতুন পার্টস লাগানোর সময় বা পরিবর্তনের সময় মেন লাইন যেন off করা থাকে।

এইবার মেন লাইন on করুন এবং পূর্বের ভোল্টেজ-গুলির সাথে এই ভোল্টেজের তুলনা করুন।

**ফলাফল**—এই ফিল্টার সার্কিটকে সাধারণতঃ বলা হয় ক্যাপাসিটি ইন-পুট ফিল্টার। তবে এর আসল নাম PI-টাইপ ফিল্টার কারণ ১৮৯নং চিত্রের ফিল্টার সার্কিটের আকৃতি অনেকটা গ্রীক ভাষায় PI অক্ষরের অনুরূপ। আবার এইরূপ ফিল্টার সার্কিটে কারেন্ট পালসেশনকে নষ্ট করার কাজে উচ্চ পরিমাপের কনডেন্সার ও ইনডাক্টেন্স ব্যবহৃত হয় বলে, একে বলা হয় “ব্রুটফোর্স ফিল্টার” (Bruteforce filter)। এইরূপ ফিল্টার সাধারণতঃ লো-ভোল্টেজ পাওয়ার সাপ্লাই-এ (যেমন রেডিও রিসিভার) ব্যবহৃত হয়। এই পরীক্ষায় পাওয়া মিটার ভোল্টেজকে লক্ষ্য করলেই দেখতে পাবেন এইরূপ ফিল্টারযুক্ত সার্কিটের ভোল্টেজ L-টাইপের চেয়ে বেশী হচ্ছে কারণ ইন-পুট কনডেন্সারটি পিক ভোল্টেজে চার্জ গ্রহণ করায় আউট-পুট বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়।

## পরীক্ষা—১৩

### “PI”টাইপ—ফিল্টারের রেগুলেশন

**পার্টস**—১৫,০০০ ওমস্ ( $R_2$ ) ১০০০ ওমস্ ( $R_3$ ) ও ৫০০ ওমস্ ( $R_8$ ) রেজিস্ট্যান্স এবং ২০০০ ওমস্ ( $R_6$ ) পোটেনশিওমিটার।

**ব্যবহার**—এক্ষেত্রেও পূর্বের পরীক্ষাগুলির স্থায় ১৫,০০০ ওমস্, ৩০০০ ওমস্ এবং ১৫০০ ওমস্কে লোড হিসাবে পৃথক পৃথক ভাবে ফিল্টার সার্কিটের আউট-পুটে ব্যবহার করে বিভিন্ন ভোল্টেজগুলিকে নোট করুন।

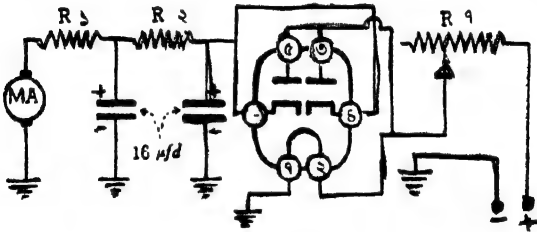
**ফলাফল**—পূর্বে বর্ণিত অজ্ঞাত রেকটিফায়ার ও ফিল্টার সার্কিটগুলির স্থায় এখানেও লোড বৃদ্ধির সাথেই আউট-পুট ভোল্টেজ হ্রাস প্রাপ্ত হবে।

## পরীক্ষা—১৪

### R-C ফিল্টার

**পার্টস**—১৫,০০০ ওমস্ ( $R_2$ ) রেজিস্ট্যান্স।

**ব্যবহার**—এই পরীক্ষাটি ১২নং পরীক্ষার অনুরূপ হবে। তবে এক্ষেত্রে চোক্তিকে সার্কিট থেকে খুলে ফেলে তার



২২০নং চিত্র

পরিবর্তে ১৫,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে ৮নং ও ৬নং পিনে লাগিয়ে সার্কিটটিকে ২২০নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নিন। দেখবেন যেন অন্যান্য সংযোগগুলি খুলে না যায়। তার জগ্নু ভালভাবে সোল্ডারের ব্যবস্থা করুন।

এইবার বোর্ডের সুইচ on করে ভোল্টেজ নোট করুন এবং ১২নং পরীক্ষায় পাওয়া ভোল্টেজের সাথে তুলনা করুন।

**ফলাফল—**R-C ফিল্টার হচ্ছে PI-টাইপ ফিল্টারের আর একটি রূপ। এইরূপ ফিল্টারের কার্যকারিতা PI-টাইপ ফিল্টারের ন্যায় আশামুরূপ না হলেও যে সকল পাওয়ার সাপ্লাইএ কারেন্টের প্রয়োজন কম সেখানে এর দ্বারা আশামুরূপ ফল পাওয়া যায়। কারণ এর ফিল্টার সার্কিটে রেজিষ্ট্যান্স থাকায় এর মধ্য দিয়ে উচ্চ মাত্রায় প্রবাহিত কারেন্ট, রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে অসম্ভব রকম ভোল্টেজ ড্রপ ঘটিয়ে থাকে, ফলে আউট-পুট ভোল্টেজ কম হয়ে পড়ে। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে, যে সকল সার্কিটে কম কারেন্টের প্রয়োজন সেখানে এই ফিল্টার সার্কিট ব্যবহার করা চলে।

## পরীক্ষা—১৫

### R-C ফিল্টার রেগুলেশন

**পার্টস—**১৫,০০০ ওমস্ ( $R_2$ ) ও ৫০০ ওমস্ ( $R_8$ ) এবং ২০০০ ওমস্ ( $R_6$ ) পোটেনশিওমিটার।

**ব্যবহার—**পূর্বের যেভাবে ভোল্টেজ রেগুলেশন দেখান হয়েছে এক্ষেত্রে ঠিক সেই ভাবেই বিভিন্ন লোডের সাহায্যে পরীক্ষা করে দেখুন এবং নোট করুন।

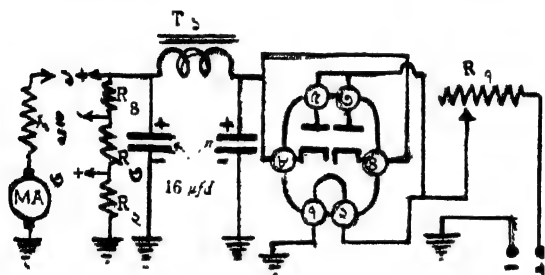
**ফলাফল—**এই পরীক্ষায় ১৫,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে ফিল্টার সার্কিটে ব্যবহার করায়, প্রথম লোড হিসাবে একে ব্যবহার করা যাবে না, তাই এক্ষেত্রে কেবল ৩০০০ ওমস্ এবং ১৫০০ ওমস্কে লোড হিসাবে ব্যবহার করতে হবে এবং পূর্বের রেগুলেশন পরীক্ষাগুলির সাথে তুলনা করতে হবে।

## পরীক্ষা-১৬

### ভোল্টেজ ডিভাইডার

পার্টস—১৫,০০০ ওমস্ ( $R_2$ ) ১০০০ ওমস্ ( $R_3$ )  
৫০০ ওমস্ ( $R_8$ ) রেজিস্ট্যান্স ও ১০০০ ওমস্ ( $R_6$ )  
পোটেনশিও মিটার এবং চোক।

ব্যবহার—৬ ও ৮নং পিনের অ্যাক্রশে লাগন, ১৫,০০০  
ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি খুলে ফেলে পুনরায় চোকটিকে বসান।



২২১নং চিত্র।

ভোল্ট মিটারের ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের যে মাথাটি  
৬নং পিনে সোল্ডার করা ছিল কেবল সেই মাথাটি খুলে  
রাখুন (ভোল্ট মিটারের যে দিক চেসিসে সোল্ডার করা আছে  
সেদিক যেন খুলিবেন না), এবং ৫০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের  
একদিকে ৬নং পিনে ভাল করে সোল্ডার করে দিন। আর  
বিপরীত দিকের সাথে ২২১নং চিত্রের ন্যায় ১০০০ ওমস্ ও  
১৫,০০০ ওমস্কে সিরিজে লাগিয়ে শেষ মুখটা চেসিসে  
সোল্ডার করে দিন। এইবার মেন on করে দিয়ে ভোল্ট  
মিটারের খোলা মুখটাকে প্রথমে সিরিজে লাগান, রেজিস্ট্যান্স



গুলির ১ চিহ্নিত স্থানে আলগা ভাবে লাগিয়ে কত ভোল্ট হয় তা নোট করে নিন এবং ২ ও ৩ চিহ্নিত স্থানের ভোল্টেজ-গুলিও নোট করুন এবং তাদের মধ্যে তুলনা করুন।

**ফলাফল**—এইভাবে বিভিন্ন পরিমাণের রেজিষ্ট্যান্স দ্বারা গঠিত ভোল্টেজ ডিভাইডার থেকে সার্কিটের বিভিন্ন স্থানে ভিন্ন ভিন্ন ভোল্টেজ সরবরাহের ব্যবস্থা করা যায়। যদিও এক্ষেত্রে, ভোল্টেজগুলির পার্থক্য খুব বেশী হবে না, কারণ ঐ কম পরিমাণ ভোল্টেজযুক্ত আউট-পুটে যে পরিমাণ রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে, তাতে কেবল ভোল্টেজগুলির পার্থক্যকেই দেখাবার চেষ্টা করা হয়েছে। তবে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের এই ডিভাইডার সার্কিটে, উপযুক্ত পরিমাণ রেজিষ্ট্যান্সের ব্যবস্থা করে নিজেদের প্রয়োজন মত ভোল্টেজের ব্যবস্থা করা যায়। এ সম্বন্ধে পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে।

## পরীক্ষা—১৭

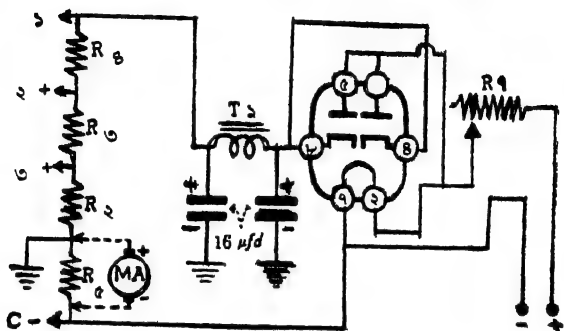
### গ্রিড-বায়াস

**পার্টস**—২০০ ওমস্ (R<sub>৫</sub>) রেজিষ্ট্যান্স।

**ব্যবহার**—এই পরীক্ষাটি ১৬নং পরীক্ষার উপরেই করতে হবে। প্রথমে ৭নং পিন থেকে যে তারটি চেসিসে লাগান ছিল সেটি খুলে ফেলুন এবং তার পরিবর্তে ২০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সটি ৭নং পিন ও চেসিসের মধ্যে লাগিয়ে দেখুন সমস্ত সার্কিটটি ২০৯নং চিত্রের ন্যায় হলো কিনা।

**ফলাফল**—এই রেজিষ্ট্যান্সটি একটি অতিরিক্ত রেজিষ্ট্যান্স হিসাবে মেন লাইনের নেগেটিভ সাইড থেকে চেসিসের মধ্যে লাগান হয়েছে ফলে চিত্রে—C চিহ্নিত বিন্দুটি চেসিসের

তুলনায় হবে নেগেটিভ। কাজে কাজেই যদি কোন টিউবের ক্যাথোডকে চেসিসের সাথে লাগিয়ে গ্রিডকে এই বিন্দুতে যুক্ত করা যায় তাহলে ঐ বিন্দুটি গ্রিডকে নেগেটিভ ব্যায়াস



২২২নং চিত্র

যোগান দেবে। এইভাবেই অনেক রিসিভারে গ্রিড-বায়াসের ব্যবস্থা থাকে।

## পরীক্ষা-১৮

### গ্রিড-বায়াস ভোল্টেজ

পার্টস-১৭নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার-পূর্বের পরীক্ষা নিয়েই কাজ চলবে। ভোল্ট মিটার হিসাবে ব্যবহৃত মিলি এ্যামমিটার ও ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি চেসিস থেকে খুলে ফেলুন। দেখবেন যেন অন্ত্যন্ত অংশগুলি খুলে না যায়। এইবার মেন সুইচ on করে দিন। কিছুক্ষণ বাদে যখন ফিলামেন্ট উত্তপ্ত হয়ে উঠবে তখন ঐ মিলি এ্যামমিটারের দুই প্রান্তে দুইটি তার লাগিয়ে

২৯২নং চিত্রে ডট লাইন দ্বারা অঙ্কিত চিত্রের জায় মিলি গ্রাম-মিটারের পজিটিভ টার্মিনাল চেসিসের দিকে এবং নেগেটিভ টার্মিনালকে C চিহ্নিত বিন্দুতে আলগাভাবে লাগিয়ে মিটার নির্দেশের প্রতি লক্ষ্য রাখুন।

**ফলাফল**—মিটার নির্দেশটি, রেজিস্ট্যান্সের আক্রশে কিছুটা ভোল্টেজ ড্রপের নির্দেশ দেবে। আবার যেহেতু মিটারের পজিটিভ টার্মিনালটি চেসিসের সাথে লাগান এবং C বিন্দুটি চেসিসের তুলনায় নেগেটিভ, সেইহেতু মিটারে নির্দেশিত ভোল্টেজ হবে নেগেটিভ, আবার যদি এই স্থানটি কোন টিউবের গ্রিডের সাথে যুক্ত থাকে, তাহলে এই ভোল্টেজ হবে টিউবের গ্রিডে প্রেরিত নেগেটিভ গ্রিড-ব্যায়াস ভোল্টেজের পরিমাণ। কাজে কাজেই উপযুক্ত পরিমাণ রেজিস্ট্যান্সের সাহায্যে প্রয়োজনীয় গ্রিড-ব্যায়াস ভোল্টেজের ব্যবস্থা এই ভাবেই করা যায়।

## ষোড়শ অধ্যায়

### দু'ভ্যালভ নিয়ে পরীক্ষা

এতক্ষণ পর্য্যন্ত এক ভ্যালভের সাহায্যে যে সকল পরীক্ষা দেখান হলো আশা করি তা থেকে পাওয়ার সাপ্লাই সম্বন্ধে একটা মোটামুটি ধারণা করতে পেরেছেন। এইবার আপনারা দু'ভ্যালভ, তিন ভ্যালভ প্রভৃতি পরীক্ষাগুলি আরম্ভ করতে পারেন। দু'ভ্যালভ নিয়ে পরীক্ষার কাজে যে যে পার্টসগুলি দরকার তার মধ্যে যেগুলি পূর্বের ব্যবহৃত হয়েছে সেগুলি বাদে নূতন পার্টসগুলি দেওয়া হলো—

6C5-GT টিউব	...	...	১ টি
হেডফোন	...	...	১ "
'000৫ মাইক্রোফ্যারড ভেরিয়েবল কনডেন্সার	...	...	১ "
'000৩	"	"	১ "
'000১	"	মাইকা	১ "
'000২	"	"	১ "
'00৫	"	পেপার	১ "
'০১	"	"	১ "
$R_1$ —১ মেগ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স	...	...	১ "
$R_2$ —৫০০০	"	"	১ "
$R_{30}$ —৫০ কিলো ওমস্	"	"	১ "
$R_{31}$ —২০০ ওমস্	"	"	১ "
$R_{32}$ —১০০	"	"	"

## অন্যান্য—

নব্ ( knob )	...	... ২ টি
৬ পিন্ কয়েল ফরমার	...	... ১ ,,
৬ পিন্ ভ্যালভ বেস্	...	... ১ ,,
৮ পিন্ ভ্যালভ বেস্	...	... ১ ,,

এ ছাড়া ৩৭নং এনামেল কপার তার, সার্কিট কানেকশনের জন্য গজ তিনেক তার, ৪টি (  $\frac{3}{8}$ " ইঞ্চি ) নাট-বল্টু ইত্যাদি।

## পরীক্ষা—১৯

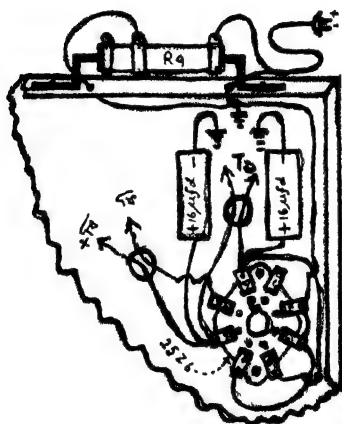
## পাওয়ার সাপ্লাই

পার্টস—১৮নং পরীক্ষার পার্টসগুলি।

ব্যবহার—১৮নং পরীক্ষার (২৯২নং চিত্র) পাওয়ার সাপ্লাই-য়ের আউট-পুটে যে চারিটি রেজিস্ট্যান্স সিরিজে লাগান আছে সেগুলি খুলে রেখে দিন। ৭নং পিন থেকে মেন লাইনের তারটি খুলে চেসিসের গায়ে সোল্ডার করে দিন। মোটের উপর সমস্ত সার্কিটটি ২৯৩নং চিত্র অনুকরণ করে সংযোগ করবার ব্যবস্থা করুন, চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন সমস্ত সার্কিটটি ২৮৯নং চিত্রেরই রূপান্তর মাত্র অর্থাৎ এক্ষেত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রটিকে ভালভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন এক্ষেত্রে ভোল্ট মিটারটিকে বাদ দেওয়া হয়েছে এবং ৬নং পিন্ থেকেই H. T. সাপ্লাই নেওয়ার জন্য স্থানটি বি+ দিয়ে চিহ্নিত করা হয়েছে। আর ৭নং পিনে কোন সংযোগ না করে কেবল “ফি” এই চিহ্ন দেওয়া হয়েছে, তার কারণ হচ্ছে এই পাওয়ার সাপ্লাইটির সাথে পরবর্তী টিউবটি যুক্ত করাই পরীক্ষা

চালাতে হবে। কাজে কাজেই পরবর্তী টিউবটির ফিলামেন্টকে এই টিউবের সাথে সিরিজে সংযোগ করবার জন্তই ৭নং পিন থেকে খানিকটা তার বের করে রাখা হয়েছে।

আমাদের পরবর্তী টিউবটি হচ্ছে 6C5, তার ফিলামেন্ট ভোল্টেজ হচ্ছে ছয় ভোল্ট (৬.৩) আর কারেন্ট ৩ এম্পিয়ার অতএব সমস্ত ফিলামেন্ট সার্কিটের জন্ত দরকার মোট



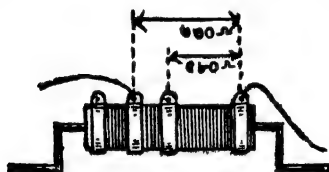
২২৩নং চিত্র

(২৫+৬)=৩১ ভোল্ট। কাজে কাজেই এই অতিরিক্ত ছয় ভোল্টকে সরবরাহ করার জন্য L. T. রেজিস্ট্যান্সকে পুনরায় adjust করে নিতে হবে। যেমন—

$$২২০-৩১ = ১৮৯ \text{ ভোল্ট।}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{১৮৯}{৩} = ৬৩০ \text{ ওমস}$$

**কলাফল**—এই ভাবে যে পাওয়ার সাপ্লাইকে গঠন করা হলো সেটি পরবর্তী সব কয়টি পরীক্ষাতেই ব্যবহৃত হবে। রেক্টিফায়ার টিউবের প্লেটটি ড্রপিং রেজিস্ট্যান্সের ফিলামেন্ট সাইডে সংযুক্ত থাকায় আউট-পুটে লো-ভোল্টেজ পাওয়া যাবে। কাজ করতে গিয়ে যাতে টিউবটি নষ্ট না হয় তার জন্যই এইরূপ লো-ভোল্টেজের ব্যবস্থা করা হয়েছে। পরীক্ষামূলক কাজের জন্য এই লো-ভোল্টেজই যথেষ্ট। তবে আর একটি হাই-ভোল্টেজ নিয়ে কাজ করতে যারা চান তারা ২৯৪নং চিত্রের ন্যায় L.T. রেজিস্ট্যান্সের গায়ে আর একটি



২৯৪নং চিত্র

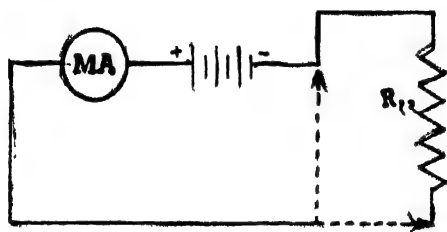
নূতন ক্লাম্পের ব্যবস্থা করে এবং প্লেটকে ফিলামেন্ট সাইড থেকে খুলে ঐ নূতন ক্লাম্পে লাগিয়ে কাজ করতে পারেন। এক্ষেত্রে ৫৮০ ওমস্ (প্লেট ভোল্টেজ ৪৬ ভোল্ট) হলেই চলবে।

আমি যে মিলি এ্যামমিটার উল্লেখ করেছি তার সাহায্যে কিভাবে রেজিস্ট্যান্সের ওমস্ মাপা যায় সেই সম্বন্ধে কিছু উল্লেখ করছি—

### ওমমিটার :—

এই মিলি এ্যামমিটার স্কেল হচ্ছে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত। এর অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স হচ্ছে ২৯৫ ওমস্।

এই মিলি এ্যামমিটারের সাথে তিনটি ১'৫ ভোল্ট সেল বা ব্যাটারীকে সিরিজে সংযোগ করে ২৯৫নং চিত্র অনুযায়ী তারের মুখ দুইটিকে সর্ট করুন এবং মিটারের যত কারেন্ট নির্দেশ দেয় তা নোট করুন। পুনরায় ঐ কারেন্ট নির্দেশকে ভোল্টে পরিণত করুন এবং কত ভোল্ট হয় দেখুন। এখন একটি ১০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে মিটার ও ব্যাটারীর সাথে সিরিজে (২৯১নং চিত্র দেখুন) লাগান এবং মিটারের নির্দেশিত



২৯৫নং চিত্র

কারেন্টকে নোট করুন, পুনরায় তাকে ভোল্টে নিয়ে আসুন। এইবার রেজিস্ট্যান্স বিহীন সার্কিটের ভোল্টেজ দিয়ে ভাগ করুন। মোট ভাগফল থেকে ১ বিয়োগ করুন। এইবার ঐ বিয়োগ ফলকে ২৯৫ দিয়ে (মিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স) গুণ করলেই অজানা রেজিস্ট্যান্সটির (এক্ষেত্রে ১০০ ওমস্) পরিমাণ পাওয়া যাবে।

উপরে রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয়ের যে উপায়টি দেওয়া হলো সেটি সহজভাবে মনে রাখবার জন্য সূত্রাকারে দেখান হলো—

$$R_x = R_m \times \left[ \frac{E_1}{E_2} - 1 \right]$$



এখানে  $R_x =$  অজানা ( রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ ) ।

$R_{in} =$  মিটারের আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্স ।

$E_1 =$  রেজিষ্ট্যান্স বিহীন সার্কিটের পরিমাণ ।

$E_2 =$  রেজিষ্ট্যান্স যুক্ত সার্কিটের পরিমাণ ।

এই সূত্র দ্বারা অজানা রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয় করা গেলেও রেজিষ্ট্যান্সের accuracyর দিক দিয়ে এর সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ হওয়া যায় না। তাই যে ধরনের ওম মিটারের সাহায্যে অভাব দূর করা যায় তাকে বলে সিরিজ-ওম-মিটার। এই সিরিজ-ওম-মিটারকেই সাধারণতঃ বেকীর ভাগ ক্ষেত্রে ব্যবহার করতে দেখা যায়।

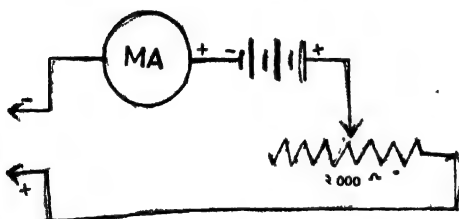
এই মিটারটি নির্মাণের জন্য প্রয়োজন, চারিটি ১৫ ভোল্ট সেল বা ব্যটারী, একটি ২০০০ ওমস্. পোটেনশিও মিটার ( $R_0$ ) ও মিলি এ্যামমিটার।

এই মিলি এ্যামমিটার দ্বারা পরিমাণ নির্ণয় করতে ওম সূত্রের প্রয়োজন হয়। কারণ আমাদের মিটারের আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্স দিয়ে মিটার স্কেলের ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারকে (০.০১৫ এ্যাম্পিয়ার) গুণ করলেই দেখতে পাব মিটারটির ৪.৪২০ ভোল্ট ( অর্থাৎ ৪.৫ ভোল্ট ) পর্য্যন্ত সহন শক্তি আছে। কাজে কাজেই চারিটি সেলের বা ব্যটারীর মোট ছয় ভোল্টকে সিরিজে লাগালেই মিটারটি নষ্ট হয়ে যাবে। সেইজন্য হিসাব করে দেখা গেল এই ছয় ভোল্ট ব্যটারীকে মিটারটির সাথে সিরিজে ব্যবহার করতে হলে সার্কিটের মোট

$$\text{রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ } R = \frac{E}{I} = \frac{6}{0.015} = 800 \text{ ওমস হওয়া}$$

প্রয়োজন কিন্তু সার্কিটে আছে মাত্র ২৯৫ ওমস্। এখনও ১০৫ ওমসের প্রয়োজন।

২৯৬নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাব একটি ২০০০ ওমস্ পোটেনশিওমিটারকে মিলিএমিটার ও ব্যাটারীর সাথে সিরিজে সংযুক্ত করা হয়েছে ফলে টেই প্রড্ দুটিকি শর্ট করে পোটেনশিওমিটারকে adjust করে, মিটার কাঁটাটিকে ১৫ মিলির ঘরে রাখলেই মিটার সার্কিটের মোট ভোল্টেজ হবে ৬, আর মিটার নির্দেশ হবে ১৫ মিলিএম্পিয়ার।



২৯৬নং চিত্র

অতএব সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ হবে  $(৬ \div 0.015) = ৪০০$  ওমস্। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে পোটেনশিওমিটারকে adjust করেই সার্কিটের বাকি ১০৫ ওমসের ক্ষতিপূরণ করা হয়। অর্থাৎ এমন এক পরিমাণের সৃষ্টি করা হয়, যার দ্বারা ছয় ভোল্ট চাপের ফলে মিটারে ঠিক ১৫ মিলি এম্পিয়ার কারেন্ট যাবে অর্থাৎ মিটার কাঁটাটি পূর্ণ স্কেলে এসে দাঁড়াবে। ওমমিটার স্কেলের ডান-দিকের ঐ সর্বশেষ পয়েন্টটিই শূন্য বা zero পয়েন্ট বলা হয়ে থাকে অর্থাৎ ছয় ভোল্ট চাপে মিটারের পূর্ণ স্কেল। সার্কিটে মোট Zero Resistance। তাই এই পোটেনশিও-

মিটারকে বলে Zero adjustment। এইবার অজানা রেজিস্ট্যান্সটি টেষ্ট প্রডের দুইদিকে লাগিয়ে মিটার নির্দেশ যা হবে তাকে রেজিস্ট্যান্সে পরিণত করে, ওম মিটার সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স দিয়ে বিয়োগ করলেই অজানা রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ জানা যাবে।

উদাহরণ স্বরূপ যেমন ধরা যাক টেষ্ট প্রডের দুই মাথায় একটি অজানা রেজিস্ট্যান্স লাগানোর ফলে মিটার কাঁটাটি ১২ মিলি এ্যাম্পিয়ারের নির্দেশ দিল। এখন ঐ নির্দেশকে রেজিস্ট্যান্সে পরিণত করলে হয়—

$$R = \frac{E}{I} = \frac{6}{.012} = 500 \text{ ওমস}।$$

এই ৫০০ ওমস্কে ওম মিটারের মোট ৪০০ ওমস রেজিস্ট্যান্স দিয়ে বিয়োগ করলে হয় (৫০০ - ৪০০) ১০০ ওমস্।

∴ ১০০ ওমস্ হচ্ছে অজানা রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ।

এইভাবে একটি ২০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্স লাগালে মিটার নির্দেশ দেবে ১০ মিলি এ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ওমসে হবে প্রায় ৬.৭ মিলি এ্যাম্পিয়ার এবং যদি ১০০০ ওমস্ লাগান যায় তাহলে মিটার নির্দেশ দেবে প্রায় ৪.৩ মিলি এ্যাম্পিয়ার। এইভাবে ওম-মিটারের সাহায্যে অজানা রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

### পরীক্ষা—২০

#### ৬C5 টিউবের সংযোগ ব্যবস্থা

পার্টস—পাওয়ার সাপ্লাই, মিলি এ্যামমিটার ১০০ ওমস্ (R<sub>১২</sub>) ও ২০০ ওমস্ (R<sub>১১</sub>) রেজিস্ট্যান্স, আর্টপিন

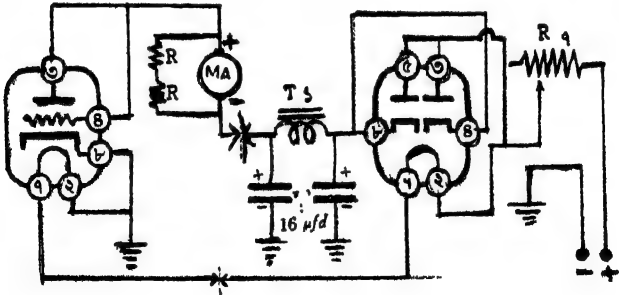
ভ্যালভ বেস, 6C5-GT টিউব, দুইটি নাট বল্ট এবং কানেক্-  
শনের জন্তু তার।

ব্যবহার—২৯৭নং চিত্রের আটপিন ভ্যালভ বেসটি



২৯৭নং চিত্র।

২৯৭নং চিত্রে অঙ্কিত চেসিসের (খ) চিহ্নিত ছিদ্রে বসিয়ে  
নাট বল্ট দিয়ে ভাল করে লাগিয়ে দিন। এইবার খানিকটা  
তার দিয়ে ২নং পিনটিকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের “ফি” চিহ্নিত



২৯৮নং চিত্র :

পিনের (৭নং পিনের) সাথে লাগিয়ে দিন। পুনরায় ঐ  
নূতন লাগান ভ্যালভ বেসের ৭নং ও ৮নং পিনকে ২৯৮নং  
চিত্রের স্থায় শর্ট করে চেসিসের সাথে লাগিয়ে দিন। মিলি

এ্যামমিটারটি টেবিলের কোন স্থানে খাড়া ভাবে দাঁড় করিয়ে তার দুই প্রান্তে, সিরিজে যুক্ত ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে চিত্র অনুযায়ী প্যার্যালালে লাগিয়ে দিন। পুনরায় ভ্যালভ বেসের ৩নং ও ৫নং পিনকে শর্ট করে মিটারের নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত করুন এবং মিটারের অবশিষ্ট পজিটিভ প্রান্তকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের বি+ চিহ্নিত পিনে (৬নং পিনে) সংযুক্ত করুন। এইবার প্লাগটিকে কেশীল বোর্ডের ২নং প্লাগে লাগিয়ে ফিলামেন্ট সার্কিট শর্ট আছে কিনা পরীক্ষা করুন। পুনরায় প্লাগটি ২নং থেকে খুলে ৩নং প্লাগে লাগিয়ে সুইচ on করে দিন এবং মিটারের কত মিলি এ্যাম্পিয়ার দেখায় তা নোট করুন।

**ফলাফল**—সার্কিটটি যদি ঠিক ঠিক সংযোগ হয় তবে সুইচ on করার ফলে ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন নির্গত (emit) হতে থাকবে এবং মিটারের কাঁটাটিও ধীরে ধীরে ডান দিকে সরতে থাকবে এর দ্বারা ইহাই প্রমাণিত হয় যে ফিলামেন্ট উত্তপ্ত হওয়ার ফলে এবং প্লেটটি পজিটিভ চার্জযুক্ত থাকায় ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়ে প্লেট দ্বারা আকৃষ্ট হচ্ছে ফলে প্লেট ক্যাথোড সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে।

চিত্রটি লক্ষ্য করলে দেখতে পাব প্লেট কারেন্টকে মাপবার জন্য যে মিলিএ্যামমিটারকে এ্যাম্পিয়ার মিটার বা এ্যামমিটার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে তার প্যার্যালালে ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্কে সিরিজে লাগান হয়েছে তার কারণ হচ্ছে আমাদের মিটারটি ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত প্রবাহ গ্রহণ করতে পারে তাই যাতে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারের বেশী প্রবাহের কারেন্টের ফলে মিটারটি নষ্ট হয়ে না যায় তার জন্য রেজিষ্ট্যান্স

দুটিকে 'মিটার-শাণ্ট' হিসাবে ব্যবহার করে মিটার স্কেলকে ডবল করা হয়েছে অর্থাৎ ৩০ মিলি এ্যাম্পিয়ার পর্য্যন্ত কারেন্ট নির্দেশ দেবার ব্যবস্থা করা হয়েছে।

কি ভাবে মিলি এ্যামিটার বা এ্যামিটারের স্কেলকে ডবল, তিন-ডবল, চার-ডবল প্রভৃতি ইচ্ছামত যে কোনও স্কেলে আনয়ন করা যায় এবং তার জন্য মিটার শাণ্টের পরিমাণ কিভাবে নির্ণয় করতে হয় সে সম্বন্ধে এখন কিছু বলব।

### এ্যামিটার :—

পূর্বেই বলেছি আমাদের মিটারটি ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারের এবং তার অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স হচ্ছে ২৯৫ ওমস্। এখন যদি মিটারটির সাথে সিরিজে ব্যাটারী সংযোগ করে মিটারটির ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহের ব্যবস্থা করা যায় তাহলে মিটারের কাঁটাটি পূর্ণ স্কেলের নির্দেশ দেবে। এইবার যদি একটি মোটা তার দিয়ে মিটার টার্মিনাল দুইটি শর্ট করে দিই তাহলে সমস্ত কারেন্ট মোটা তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে ফলে মিটারের মধ্য দিয়ে কোন কারেন্ট প্রবাহিত না হওয়ায় কাঁটাটি শূণ্যের ঘরে এসে পড়বে। কিন্তু যদি মোটা তারের পরিবর্তে একটি ২৯৫ ওমস্ (৩০০ ওমস্ হলেও চলবে) রেজিস্ট্যান্স দিয়ে মিটারের দুইপ্রান্ত শর্ট করে দিই তাহলে মিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স ও তার বাহিরের রেজিস্ট্যান্স সমান পরিমানের হওয়ায় মোট কারেন্ট, দুইটি পথে প্রবাহিত হবে অর্থাৎ অর্ধেক মিটারের মধ্য দিয়ে, এবং বাকি অর্ধেক বাহিরের রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে, ফলে মিটারের কাঁটা শূণ্যের ঘর ছেড়ে অর্ধ স্কেলে (পূর্ণ স্কেলের মধ্য পথে অর্থাৎ এক্ষেত্রে ৭.৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারের ঘরে) এসে দাঁড়াবে। এক্ষেত্রে বাহিরের পথকে বলা হয় মিটার-শাণ্ট।

তাহলে দেখা যাচ্ছে এই অবস্থায় মোট সার্কিটে রয়েছে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার প্রবাহ কিন্তু মিটারটি নির্দেশ দিচ্ছে মাত্র তার অর্ধেক। এক্ষেত্রে কারেন্টের পরিমাপকে জানতে হলে মিটারের নির্দেশকে দুই দিয়ে গুণ করতে হবে, কাজে কাজেই পূর্ণ স্কেলের নির্দেশকে পড়তে হবে (১৫ × ২) ৩০ মিলি এ্যাম্পিয়ার। মিটারের এই অবস্থাকে সংক্ষেপে বলা হয়, মিটার-রেঞ্জ হচ্ছে ডবল।

এইবার দেখা যাক কি ভাবে মিটার-শাণ্টের পরিমাণ নির্ণয় করতে হয়।

মিটার শাণ্ট নির্ণয়ের সহজ সূত্র হচ্ছে—

$$R_s = R_m \times \frac{I_m}{I_s}$$

এক্ষেত্রে  $R_s$  = শাণ্ট রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ।

$R_m$  = মিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স।

$I_s$  = শাণ্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট।

$I_m$  = মিটারের নির্দিষ্ট কারেন্ট।

উদাহরণ স্বরূপ যেমন মনে করা যাক, যে এই মিটার দিয়ে আমরা ৭৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত কারেন্ট মাপতে চাই। অর্থাৎ আমাদের মিটার স্কেলকে ৫ গুণ করতে চাই। এক্ষেত্রে পূর্ণ স্কেলের ক্ষুদ্র ৭৫ মিলি এ্যাম্পিয়ারের মধ্যে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হবে মিটারের মধ্য দিয়ে আর বাকি (৭৫ - ১৫) ৬০ মিলি এ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হবে শাণ্ট পথে। এইভাবে  $I_s$  এর পরিমাণ আমরা পেলাম ৬০ মিলি এ্যাম্পিয়ার, মিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স  $R_m$  হচ্ছে ২৯৫ ওমস্।  $I_m$  হচ্ছে ১৫ মিলি এ্যাম্পিয়ার।

এইবার সংখ্যাগুলিকে সূত্রের পরিবর্তে বসালে শান্টের পরিমাণ হবে—

$$\begin{aligned} R_s &= R_m \times \frac{I_m}{I_s} \\ &= 221 \times \frac{15}{60} \\ &= \frac{8826}{60} \\ &= 147.1 \text{ ওমস্}। \end{aligned}$$

ঠিক ১৩.৭৫ ওমসের কোন রেজিস্ট্যান্স পাওয়া যায় না। এক্ষেত্রে একটি ১০০ ওমস্ ও একটি ২০০ ওমসকে প্যারালালে লাগিয়ে মিটার-শান্ট হিসাবে ব্যবহার করলেই চলবে কারণ হিসাব করলে দেখতে পাব এদের মোট রেজিস্ট্যান্স হয় প্রায় ৬৭ ওমস্। এইভাবে মিটার-শান্টের সাহায্যে ইচ্ছামত যে কোন পরিমাণের কারেন্ট পরিমাপ করার ব্যবস্থা করা যায়।

## পরীক্ষা—২১

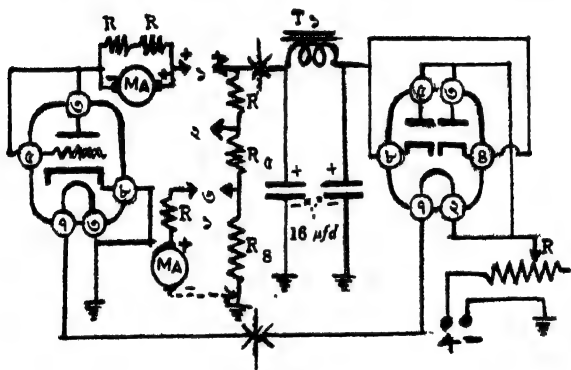
### ডায়োডের ব্যবহার

**পার্টস—**৫০০০ ওমস্ ( $R_1$ ), ২০০০ ওমস্ ( $R_2$ ) ৫০০ ওমস্ ( $R_3$ ) এবং ১০,০০০ ওমস্ ( $R_4$ ) রেজিস্ট্যান্স।

**ব্যবহার—**২০নং পরীক্ষায় যে সার্কিটকে গঠন করা হয়েছে তাকেই এই পরীক্ষায় ব্যবহার করতে হবে। প্রথমেই একটি ৫০০০ ওমস্, ২০০ ওমস্ ও ৫০০ ওমস্কে সিরিজে লাগিয়ে ২৯৯নং চিত্র অনুযায়ী একপ্রান্ত পাওয়ার সাপ্লাইয়ের বি +



( ৬নং পিনে ) এবং অপর প্রান্ত চেসিসে সোল্ডার করে দিন। এইবার মিটারটিকেও প্লেট থেকে খুলে ফেলুন এবং একটি ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে মিটারটির সাথে সিরিজে লাগিয়ে ভোল্ট মিটার গঠন করুন। চিত্রে ভাঙ্গা ভাঙ্গা লাইন দ্বারা যেভাবে দেখান হয়েছে সেইভাবে ভোল্ট মিটারের নেগেটিভ টার্মিনালকে চেসিসে লাগান এবং সুইচ on করে দিয়ে ভোল্টেজ ডিভাইডারের বিভিন্ন স্থানের ( ১,২,৩ ভোল্টেজ



২২২নং চিত্র

মাপে দেখুন কত হয় এবং তা নোট করে রাখুন এবং সুইচ off করে দিন ( মনে রাখবেন মিটারের যত মিলি এম্পায়ার নির্দেশ দেবে তাকে ১০ দিয়ে গুণ করিলেই ভোল্ট পাওয়া যাবে )।

পুনরায় ভোল্ট মিটারটিকে সার্কিট থেকে খুলে ফেলুন, সেই সাথে সিরিজে লাগান ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটিকেও আলাদা করে ফেলুন। মিটার-শাফ্ট দুইটি মিটারের দুই প্রান্তে লাগিয়ে তার নেগেটিভ টার্মিনালকে প্লেটে লাগিয়ে

সুইচ on করুন এবং পজিটিভ টার্মিনালকে ভোল্টেজ ডিভাই-  
ডারের ১,২,৩ চিহ্নিত স্থানে আঙ্গা ভাবে লাগান এবং কত  
কারেন্ট নির্দেশ দেয় তা নোট করে রাখুন।

**ফলাফল—**টিউবের গ্রিডকে প্লেটের সাথে যুক্ত করে  
দেওয়ার ফলে ট্রায়োড টিউবটি ডায়োড হিসাবে কাজ করবে।  
এই পরীক্ষায় ইহাই দেখান হয়েছে যে ডায়োড টিউবের প্লেট  
ভোল্টেজকে যদি ভ্যারি (vary) করান হয়, তাহলে প্লেট  
কারেন্টও ভ্যারি করবে। কতখানি ভোল্টেজের ফলে কত  
খানি কারেন্ট ভ্যাবি করল তা জানতে পারা যায় যদি নোট  
করা ভোল্টেজ ও কারেন্টগুলি দিয়ে একটি কার্ভ আঁকন করা  
যায়। কি ভাবে কার্ভ অঁকন করতে হয় সে সম্বন্ধে পূর্বে  
আলোচনা করা হয়েছে।

## পরীক্ষা—২২

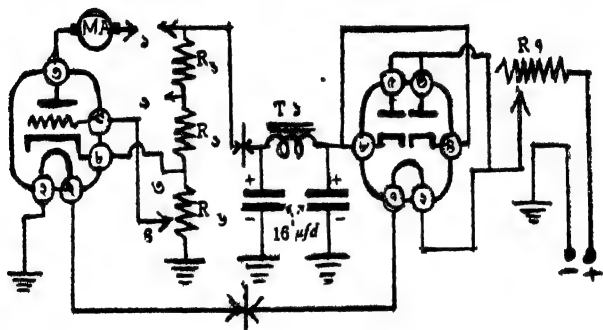
### ডায়োড নিয়ে পরীক্ষা

**পার্টস—**১৫,০০০ ওমস্ (R<sub>১</sub>) ও ২০০০ ওমস্ (R<sub>৬</sub>)  
পোটেনশিও মিটার।

**ব্যবহার—**২১নং পরীক্ষার সার্কিট নিয়েই পরীক্ষা করতে  
হবে। তবে ভোল্টেজ ডিভাইডারে যে তিনটি রেজিস্ট্যান্সকে  
সিরিজে লাগান হয়েছিল তার মধ্যে ৫০০০ ওমস্কে রেখে  
দিয়ে বাকি ৫০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্কে খুলে ফেলে তার  
পরিবর্তে ৩০০নং চিত্র অনুযায়ী ১৫০০০ ওমস্ ও ২০০০ ওমস্  
পোটেনশিওমিটারকে সিরিজে লাগিয়ে দিন। গ্রিডকে প্লেটের  
মুখ থেকে খুলে নিয়ে পোটেনশিওমিটারের মধ্য টার্মিনালে

লাগিয়ে দিন। পুনরায় ক্যাথোডকে চেসিস থেকে খুলে নিয়ে ১৫০০ ওমস ও ২০০০ ওমসের মধ্যস্থলে জুড়ে দিন।

এইবার সার্কিটকে ভাল ভাবে লক্ষ্য করলেই দেখতে পাবেন ক্যাথোডকে ভোল্টেজ ডিভাইডারের এমন স্থানে জুড়ে দেওয়া হয়েছে যে, স্থানটি চেসিসের তুলনায় বা গ্রাউণ্ডের তুলনায় পজিটিভ পোটেনশিয়ালে থাকবে। সুতরাং কন্ট্রোল গ্রিডকে পোটেনশিওমিটারের সাথে যুক্ত করার পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে যে স্থানেই রাখিনা কেন গ্রিড সব সময়ই



৩০০নং চিত্র

ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ ভোল্টেজ পাবে। তবে পোটেনশিওমিটারের যে স্থানের কলে ক্যাথোড ও গ্রিডের মধ্যে শূন্য (zero) রেজিস্ট্যান্স হবে তখন গ্রিডের ভোল্টেজও শূন্য (zero) হবে।

হুইচ্ on করবার পূর্বে ২১নং পরীক্ষায় যে মিটার শার্ট গুলি (২০০ ও ১০০ ওমস) লাগান হয়েছিল, মিটার থেকে খুলে কেলুন এবং কেবল এই মিটারের নেগেটিভ প্রান্তকে স্ট্রেটে যুক্ত করে রাখুন। এইবার হুইচ্কে on করবার পর

মিটারের ঐ পজিটিভ টার্মিনালকে প্রথমে ১ চিহ্নিত স্থানে লাগান এবং পোটেনশিওমিটারকে সম্পূর্ণ ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে মনে করে রাখুন। পুনরায় ২ চিহ্নিত স্থানে লাগান ও পোটেনশিওমিটার সম্পূর্ণ ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে নোট করুন এবং উভয়ের মধ্যে তুলনা করুন।

**ফলাফল**—এখানে ট্রায়োড টিউবের প্রকৃত কার্যকারিতাকেই দেখান হয়েছে কারণ পোটেনশিওমিটারকে ভ্যারি করেই আমরা কন্ট্রোল গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ ভ্যারি করেছি। কাজে কাজেই লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব যে এই ভ্যারিয়েশনের ফলে টিউবের প্লেট কারেন্ট ভ্যারি করে। প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটে প্রকৃত আমরা এই উপায়কেই গ্রহণ করে থাকি। কারণ, সিগন্যাল ভোল্টেজকে কন্ট্রোল গ্রিডে প্রেরণ করেই গ্রিড ভোল্টেজকে ভ্যারি করে থাকি ফলে প্লেট কারেন্টও ভ্যারি করতে থাকে। আর যখনই ভ্যারিয়েশন-যুক্ত কারেন্ট প্লেট সার্কিটে সংযুক্ত লোডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখনই লোডের অ্যাক্রশে যেকোন ভ্যারিয়েশন-যুক্ত ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়, সেই ভ্যারিয়েশন হলো সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ।

## পরীক্ষা—২৩

**ট্রায়োড টিউবের ( $E_g - I_p$ ) কার্যকারিতা**

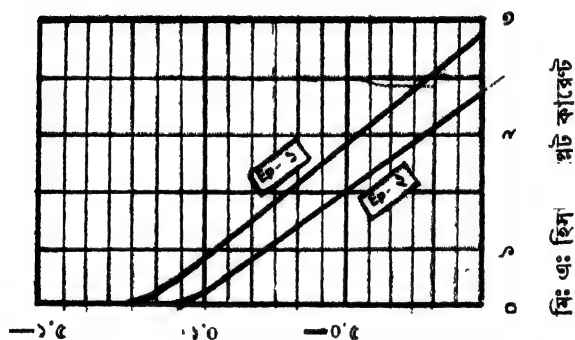
**পার্টস**—১০০ ওমস্ ( $R_{১২}$ ) ও ২০০ ওমস্ ( $R_{১১}$ )।

**ব্যবহার**—২২নং পরীক্ষা নিয়েই কাজ চলবে। প্রথমে মিলি গ্র্যামমিটারকে প্লেট সার্কিট থেকে খুলে ফেলুন এবং প্লেটকে সোজা ১ চিহ্নিত স্থানে সংযোগ করে দিন। মিটার-

টিকে ভোল্টেজ ডিভাইডারের ৩ ও ৪ চিহ্নিত স্থানে লাগাবার ব্যবস্থা করুন। মনে রাখবেন ৩ চিহ্নিত স্থানটি ৪ চিহ্নিত স্থানের চেয়ে পজিটিভ পোটেনশিয়ালে থাকায় মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ৩ চিহ্নিত স্থানে লাগাতে হবে ও নেগেটিভ টার্মিনালকে ৪ চিহ্নিত স্থানে লাগাতে হবে। এইবার ধীরে ধীরে পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে যে স্থানে মিটার নির্দেশ হবে শূন্য অর্থাৎ কোন মিটার নির্দেশ দেখাবে না সেই স্থানে রাখুন। পূর্বেই বলেছি এই স্থানে উভয় বিন্দুর মধ্যে কোন রেজিস্ট্যান্স না থাকায় গ্রিড ভোল্টেজও হবে শূন্য ( zero )।

এইবার পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে যে স্থানে মিটার নির্দেশ '৫ মিলি (  $\frac{1}{2}$  এম্পিয়ার ) দেখাবে, নবের নির্দেশ অনুযায়ী চেসিসের সেই স্থানটি চিহ্নিত করে রাখুন যাতে পরে প্রয়োজন হলে সেই চিহ্নিত স্থানকেই '৫ মিলি এম্পিয়ারের বলে বুঝা যায়। পুনরায় পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে ১ মিলি এম্পিয়ারের নির্দেশে রেখে চেসিসের গায়ে চিহ্নিত করুন। এইভাবে যতক্ষণ না পোটেনশিওমিটারটি বিপরীত প্রান্তে এসে উপস্থিত হয় ততক্ষণ পর্যন্ত তাকে একটু একটু করে এগিয়ে নিয়ে যান এবং মিটার নির্দেশের প্রতি  $\frac{1}{2}$  মিলি এম্পিয়ার অন্তর একটি করে চিহ্ন দিয়ে যান। মনে রাখবেন এক্ষেত্রে শুধু মাত্র মিটারটিকেই ভোল্ট মিটার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। এর পূর্বস্থলে মোট ৪ $\frac{1}{2}$  ভোল্ট পর্যন্ত মাপা চলে তাই এর প্রতিটি নির্দেশকে ভোল্টে পরিণত করতে হবে '৩ দিয়ে গুণ করতে হবে। কাজে কাজেই মিটারের '৫ মিলির নির্দেশিত ভোল্টেজ হবে '১৫ ভোল্ট, ১ মিলির নির্দেশ '৩ ভোল্ট। ১'৫ মিলিতে ৪'৫ ভোল্ট, ২ মিলিতে '৬ ভোল্ট ইত্যাদি।

এইভাবে চেসিসের প্রতিটি চিহ্নের পাশে ভোল্টেজকে লিখে রেখে মিটারটিকে খুলে ফেলুন এবং তার পরিবর্তে সিরিজে লাগান ১০০ ও ২০০ ওহম্ রেজিস্ট্যান্সকে যথাক্রমে ৩ ও ৪ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে দিন, কারণ মিটারটিকে খুলে নেওয়ার দরুন রেজিস্ট্যান্স দু'টিকে তার আভ্যন্তরীন রেজিস্ট্যান্স হিসাবে ব্যবহার করা হলো। পুনরায় মিটারটি ৩০০নং চিত্র অনুযায়ী প্লেটের সাথে সিরিজে লাগিয়ে দিন এবং মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে প্রথমে ভোল্টেজ ডিভাইডারে



গ্রিড ভোল্টেজ

৩০১নং চিত্র

১ চিহ্নিত স্থানে বসান এবং পোটেনশিওমিটারকে চেসিসে চিহ্নিত '১.৫ ভোল্ট, '৩ ভোল্ট, ৪.৫ ভোল্ট প্রভৃতি প্রত্যেক স্থানের বিভিন্ন গ্রিড ভোল্টেজে রেখে প্লেট কারেন্টের প্রতিটি নির্দেশকে লক্ষ্য করুন। মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে এইবার ২ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে পুনরায় পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে প্লেট কারেন্টগুলি লক্ষ্য করুন।

এইবার ৩০১নং চিত্র অনুযায়ী একটি গ্রাফ পেপারের উপর প্রতিটি চিহ্নিত স্থানের ভোল্টেজের ফলে কত প্লেট কারেন্ট দেখায় তাকে চিহ্নিত করলেই ক্যার্যাকটারিস্টিক গ্রিড ভোল্টেজ (Eg), প্লেট কারেন্ট (Ip) কার্ড অঙ্কিত হবে। এই ভাবেই Eg- $I_p$  কার্ড অঙ্কন করা হয়। প্রাক্টি-ক্যাল কাজে এর প্রয়োজন অত্যন্ত বেশী।

**ফলাফল—**এই পরীক্ষার মধ্য দিয়ে ট্রায়োড টিউবের গ্রিড ভোল্টেজের ফলে প্লেট কারেন্টের অবস্থাকে গ্রাফ পেপারের উপর মানচিত্রের স্থায় অঙ্কন করা হলো। এই কার্ডকে লক্ষ্য করলেই টিউবের কার্যকারিতাকে লক্ষ্য করা মাত্রই (at a glance) বুঝে নেওয়া যায়। তবে টিউব প্রস্তুতকারকেরা টিউব ম্যানুয়ালে যে রূপ কার্ড অঙ্কন করে দেন তার সঙ্গে আমাদের পরীক্ষায় পাওয়া কার্ডের কিছুটা পার্থক্য ঘটেতে পারে, কারণ তাদের স্থায় আমাদের এই মিটারটি তত সূক্ষ্ম যন্ত্র নয়। যাহা হউক কার্ড অঙ্কনই আমাদের উদ্দেশ্য নয়, আমাদের কেবল এইটুকুই জেনে রাখতে হবে যে, কি ভাবে ট্রায়োড টিউব কাজ করে। আর ক্যার্যাকটারিস্টিক কার্ড দেখে আমরা কি বুঝি।

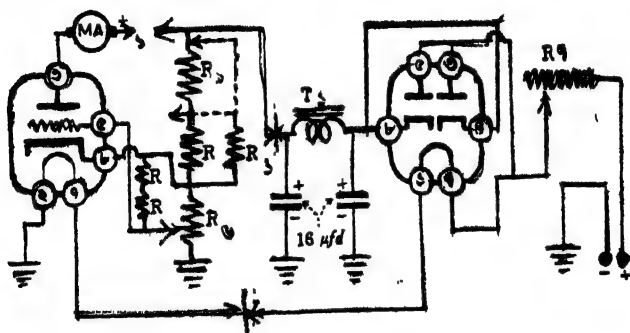
## পরীক্ষা—২৪

### এ্যামপ্লিফিকেশন ক্যাক্টর

**পাট স—**১০০০ ওমস্ ( $R_1$ ) ২০০ ওমস্ ( $R_{2,1}$ ) ১০০ ওমস্ ( $R_{2,2}$ ) রেজিষ্ট্যান্স।

**ব্যবহার—**২৩নং পরীক্ষার সার্কিট নিয়েই পরীক্ষা চলাবে, প্রথমে ভোল্টেজ ডিভাইডারের সিরিজে লাগান রেজিষ্ট্যান্স-

গুলির মধ্যে কেবল ৫০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি খুলে নিয়ে তার পরিবর্তে ১০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটিকে লাগান। পুনরায় ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি ৩ এবং ২ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে সমস্ত সার্কিটটিকে ৩০২নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিন, এইবার সুইচ on করে মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ভোল্টেজ ডিভাইডারের ২ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে যে স্থানে মিটারের ১ মিলি এ্যাম্পিয়ার নির্দেশ দেখাবে ঠিক সেই স্থানে রেখে দিন। ১ মিলি এ্যাম্পিয়ারে



৩০২নং চিত্র

অ্যাডজাস্ট (adjust) করার পর পোটেনশিওমিটারে যেন আর হাত দেবেন না।

এইবার আস্তে আস্তে মিটারটিকে প্লেট থেকে খুলে নিন এবং খানিকটা তার দিয়ে প্লেটকে ২ চিহ্নিত টার্মিনালে সংযুক্ত করে দিন। ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের একদিক ২ চিহ্নিত টার্মিনাল থেকে খুলে মিটারকে তার সাথে সিরিজে লাগিয়ে ২ ও ৩ চিহ্নিত টার্মিনালে সংযুক্ত করে প্লেট ভোল্টেজ কত হয় দেখুন এবং তা নোট করে নিন। (মনে রাখবেন



এক্ষেত্রে মিটার নির্দেশকে ১০ দিয়ে গুণ করলেই ভোল্ট হবে)। মিটারটিকে খুলে নিয়ে ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে পুনরায় তার জায়গায় লাগিয়ে দিন। সিরিজ যুক্ত ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সকে খুলে নিয়ে তার পরিবর্তে মিটারকে ৩ ও ৪ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে গ্রিড ভোল্টেজ কত হয় দেখুন এবং নোট করুন।

(মনে রাখবেন এক্ষেত্রে শুধু মাত্র মিটারকেই ভোল্টমিটার হিসাবে ব্যবহার করায় এর প্রতি মিলি এম্পিয়ারকে '৩ দিয়ে গুণ করলেই ভোল্ট হবে)। পুনরায় বলে রাখি যে, যখন মিটারটিকে খুলবেন বা লাগাবেন তখন খুব সাবধান থাকবেন যেন পোটেনশিওমিটারের অ্যাডজাস্টমেন্ট নষ্ট হয়ে না যায়।

পুনরায় ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্কে তাদের পূর্বের স্থানে সংযোগ করে দিন এবং মিটারটিকে পূর্বের স্থায় প্লেটে লাগিয়ে মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ভোল্টেজ ডিভাইডারের ১ চিহ্নিত টার্মিনালে যুক্ত করুন। পুনরায় সুইচ on করে পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে প্রথমে যত মিলি এম্পিয়ারে রাখা হয়েছিল, এবারেও ঠিক তত মিলি এম্পিয়ারে রাখুন। নির্দিষ্ট মিলি এম্পিয়ারে অ্যাডজাস্ট করার পর পোটেনশিওমিটারকে আর মোটেই ঘোরাবেন না কারণ তাতে অ্যাডজাস্টমেন্ট নষ্ট হয়ে যেতে পারে। এইবার মিটারকে প্লেট থেকে খুলে নিয়ে প্লেটকে সোজা ১ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে দিন এবং মিটারকে ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সের সাথে সিরিজ সংযোগ করে ও ভোল্টেজ ডিভাইডারের ১ ও ৩ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে প্লেট ভোল্টেজকে মেপে নিন এবং তা নোট করে রাখুন। পুনরায় মিটারকে খুলে নিয়ে পূর্বের স্থায় গ্রিড ভোল্টেজকেও মেপে দেখুন। এইভাবে একই প্লেট কারেন্ট দুইটি মিটার নির্দেশ পেলাম।

এ্যামপ্লিফিকেশন সহজে ভ্যাকুয়াম টিউব থিওরীতে বলে—“The amplification factor of a tube is equal to the ratio of a small change in plate voltage to a small change in grid voltage with the plate current remaining constant”। এক্ষেত্রেও প্লেটের ভোল্টেজ পার্থক্য অর্থাৎ change in plate voltage হচ্ছে পূর্বের পাওয়া প্রথম ও দ্বিতীয় প্লেট ভোল্টেজদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান আর গ্রিডের ভোল্টেজ পার্থক্য হচ্ছে ঐ প্রথম ও দ্বিতীয় গ্রিড ভোল্টেজদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান। এখন যদি টিউবের ঐ থিওরী অনুযায়ী প্লেট ভোল্টেজ পার্থক্যকে, গ্রিড ভোল্টেজ পার্থক্য দিয়ে ভাগ করি তাহলে তাদের ভাগফলই হবে টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর।

সহজ ভাবে মনে রাখার জন্য সমস্ত বিষয়টিকে সূত্রাকারে লিখিলে হয় :—

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g}$$

এক্ষেত্রে  $\Delta$  চিহ্নটি হচ্ছে ভোল্টেজ পার্থক্যের ( a change in ) চিহ্ন আর (  $\mu$  ) চিহ্নটি হচ্ছে এ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টরের চিহ্ন।

**ফলাফল—**এই হচ্ছে ট্রায়োড টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর জানবার একটা মোটামুটি বিবরণ। তবে এক্ষেত্রে আমাদের পরীক্ষার ফলে যা পাওয়া যাবে সেটা হয়তো টিউব ন্যাকুয়ালে দেওয়া পরিমাণের চেয়ে কিছু কম বেশী হতে পারে। কারণ এক্ষেত্রে সূক্ষ্ম যন্ত্রের অভাবে গ্রিডের ও প্লেটের ঠিক ঠিক ভোল্টেজকে আমরা গ্রহণ করতে পারি নি। যাহা হউক আমাদের প্রধান উদ্দেশ্যই হচ্ছে জেনে রাখা

যে, কি ভাবে টিউবের গ্র্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টরকে জানতে পারা যায়।

## পরীক্ষা—২৫

### প্লেট রেজিষ্ট্যান্স

পার্টস—২৪নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

**ব্যবহার**—এখানেও ২৪নং পরীক্ষা অনুযায়ী কাজ করতে হবে অর্থাৎ প্রথমে ১০,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে ভোল্টেজ ডিভাইডারের ২ ও ৩ চিহ্নিত টার্মিনালে লাগিয়ে দিতে হবে। তারপর প্লেটের সাথে সিরিজে লাগান মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ২ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে এবং পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে পূর্বের পরীক্ষার ত্রায় ১ মিলি গ্র্যাম্পিয়ারে রাখতে হবে। এইবার মিটারটিকে খুলে প্লেটকে সোজা ২ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে দিয়ে ও মিটারকে ১০,০০০ ওমসের সাথে সিরিজ সংযুক্ত করে ২ ও ৩ স্থানের চিহ্নিত ভোল্টেজ (প্লেট ভোল্টেজ) এবং প্লেট কারেন্ট উভয়কেই নোট করে রাখতে হবে।

পুনরায় মিটারকে প্লেটের সাথে সিরিজে লাগিয়ে মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ১ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে মিটারটি কত কারেন্ট নির্দেশ দেয় তা দেখতে হবে এবং নোট করতে হবে। এইবার মিটার খুলে প্লেটকে সোজা ১ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে দিতে হবে এবং মিটারকে ১০,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সের সাথে সিরিজে লাগিয়ে পুনরায় ১ ও ৩ চিহ্নিত স্থানের মধ্যবর্তী স্থানের ভোল্টেজ অর্থাৎ প্লেট ভোল্টেজকে মেপে নোট করে রাখতে হবে।

**ফলাফল**—এইবার প্লেটের ভোল্টেজ পার্থক্যকে (অর্থাৎ ভোল্টেজ ডিভাইডারের ১ চিহ্নিত স্থান থেকে ও ২ চিহ্নিত স্থান থেকে পাওয়া ভোল্টেজদ্বয়ের বিয়োগ ফল) প্লেটের কারেন্ট পার্থক্য (অর্থাৎ ভোল্টেজ ডিভাইডারের এ দুই স্থান থেকে পাওয়া কারেন্টদ্বয়ের বিয়োগ ফল) দিয়ে ট্রায়োড টিউবের প্লেট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ জানতে পারা যাবে। মনে রাখবার সহজ সূত্র হচ্ছে—

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p}$$

এক্ষেত্রে  $R_p$  হচ্ছে প্লেট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ;  $E_p$  হচ্ছে প্লেট ভোল্টেজ ও  $I_p$  হচ্ছে প্লেট কারেন্টের পরিমাণ।

## পরীক্ষা—২৬

মিউচুয়াল কনডাকট্যান্স বা ট্রান্সকনডাকট্যান্স

**পার্টস**—২৪নং পরীক্ষার পার্টসগুলি।

**ব্যবহার**—পূর্বে যে সার্কিট গঠন করা হয়েছিল সেই সার্কিট নিয়েই পরীক্ষা করতে হবে। প্রথমে ১০,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সটি সার্কিট থেকে খুলে রাখুন। ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স দুইটিকে সিরিজে লাগিয়ে ভোল্টেজ ডিভাইডারের ৩ ও ৪ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে দিন। এইবার প্লেটের সাথে সিরিজে লাগান মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ১ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে ১ মিলিএম্পিয়ার নির্দেশে রাখুন। মিটারকে প্লেট থেকে খুলে প্লেটকে সোজা ১ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে দিন।

সিরিজের লাগান ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্স দুটিকে খুলে তার পরিবর্তে মিটারটি লাগিয়ে গ্রিড ভোল্টেজকে নোট করে রাখুন। দেখবেন ভোল্টেজ মাপবার সময় পোটেনশিওমিটারের এ্যাডজাস্টমেন্ট যেন নষ্ট হয়ে না যায়।

পুনরায় মিটারকে প্লেটের সাথে সিরিজের লাগিয়ে মিটারের পজিটিভ টার্মিনালকে ১ চিহ্নিত স্থানে লাগান। ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমস্কে ৩ ও ৪ চিহ্নিত স্থানে লাগিয়ে এবং পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে ২ মিলিএম্পিয়ার (৫ মিলি এম্পিয়ার) নির্দেশে রাখুন। (এ্যাডজাস্ট করবার পর পোটেনশিওমিটারে আর হাত দিবেন না) এইবার মিটারকে খুলে প্লেটকে সোজা ১ চিহ্নিত স্থানে যুক্ত করুন এবং মিটারকে ১০০ ওমস্ ও ২০০ ওমসের পরিবর্তে লাগিয়ে গ্রিড ভোল্টেজ মেপে নিন। এইভাবে আমরা টিউবের দুইটি বিভিন্ন পরিমাপের প্লেট কারেন্ট এবং তারই সাথে টিউবের গ্রিড ভোল্টেজকে জেনে নিলাম।

তাহলে এক্ষেত্রে প্লেটের কারেন্ট পার্থক্য হবে ৫ মিলি এম্পিয়ার (০.০০০৫ এম্পিয়ার) আর গ্রিডের ভোল্টেজ পার্থক্য হবে ঐ দুটি গ্রিড ভোল্টেজের বিয়োগফলের সমান। এইবার যদি ঐ কারেন্ট পার্থক্যকে ভোল্টেজ পার্থক্য দিয়ে ভাগ করি তাহলে তার ভাগফলই হবে # mhos হিসাবে টিউবের মিউচুয়াল কনডাক্ট্যান্স। মিউচুয়াল কনডাক্ট্যান্স বাহির করবার সহজ সূত্রটি হচ্ছে—

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_p} \text{ ( mhos হিসাবে )}$$

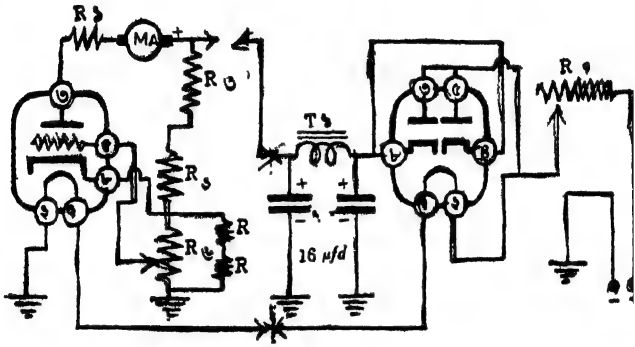
\* mhos হচ্ছে কনডাক্ট্যান্সের একক (unit)। একে আবার ১০০,০০০ দিয়ে গুণ করলেই হবে mmhos (micromhos)।

## পরীক্ষা—২৭

### এ্যামপ্লিকেশন্স

পার্টস—১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্স ( $R_5$ )।

ব্যবহার—প্রথমে ১০,০০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্সটি ৩০৩নং চিত্র অনুযায়ী প্লেট সার্কিটে মিটারের সাথে সিরিজে লাগিয়ে দিন, কারণ এই রেজিস্ট্যান্সটি টিউবের প্লেট লোড হিসাবে কাজ করবে এবং এর অ্যাক্রশেই টিউবের আউট-পুট ভোল্টেজ সৃষ্টি হবে।



৩০৩নং চিত্র

পোটেনশিওমিটারের যে প্রান্তে শূন্য গ্রিড-ভোল্টেজ দেখায় সেই পজিশনে রাখুন। এইবার পোটেনশিও-মিটারকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে এমন জায়গায় রাখুন যেখানে মিটারটি মোট প্লেট কারেন্টের অর্ধেক নির্দেশ দেবে এবং সেইটিই হবে আমাদের অপারেটিং পয়েন্ট। এইরূপ অবস্থায় পোটেনশিওমিটারটি কত ভোল্ট নির্দেশ দেয় দেখুন অর্থাৎ—আগে চেসিসে যে চিহ্ন দেওয়া হয়েছিল, তা থেকেই জেনে নিন যে মিটার নির্দেশটিকে পূর্বের ঐ অপারেটিং

পয়েন্টে রাখার ফলে গ্রিড ভোল্টেজ কত দেখাচ্ছে এবং ঐ গ্রিড-ভোল্টেজ ও প্লেট কারেন্টকে নোট করে নিন। এইবার পোটেনশিওমিটারকে নেগেটিভ, দিকে একভাগ (এখানে একভাগ মানে হচ্ছে চেসিসে চিহ্নিত ভাগগুলির একভাগ) এগিয়ে নিয়ে যান, যার ফলে অপারেটিং পয়েন্ট থেকে এর পার্থক্য কেবল '১৫ ভোল্ট হবে। পুনরায় মিটারে নির্দেশিত প্লেট কারেন্টকে এবং চেসিসে চিহ্নিত স্থানগুলি থেকে পোটেনশিওমিটার দ্বারা নির্দেশিত স্থানের গ্রিড ভোল্টেজকে নোট করে রাখুন।

এইবার পোটেনশিওমিটারকে অপারেটিং পয়েন্ট থেকে পজিটিভ দিকে—একভাগ পূর্বের অপারেটিং পয়েন্ট থেকে পোটেনশিওমিটারকে যদিও নড়ান হয়েছিল এবার তার বিপরীত দিকে—একভাগ এগিয়ে নিয়ে যান। এবারেও গ্রিড ভোল্টেজ ও প্লেট কারেন্টকে নোট করুন।

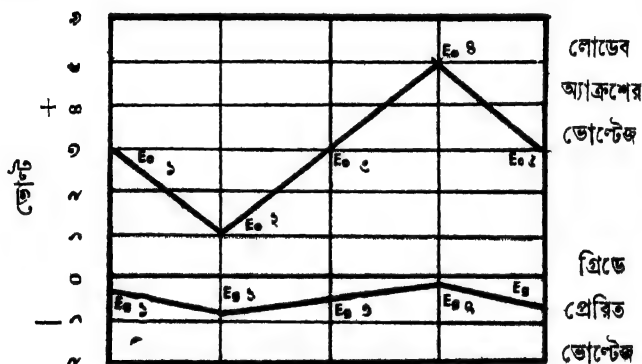
এইভাবে পরীক্ষার মধ্য দিয়ে পাওয়া গ্রিড ভোল্টেজ ও প্লেট কারেন্টকে ৩০৪নং চিত্র অনুযায়ী একটি গ্রাফ পেপারের উপর আমি যে ভাবে দেখিয়েছি ঠিক সেই ভাবে কার্ভ অঙ্কন করলে টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশন সম্বন্ধে একটা মোটামুটি ধারণা গড়ে উঠবে।

কার্ভের নিম্নভাগে গ্রিডে প্রেরিত ভোল্টেজকে এবং উপর দিকে লোডের অ্যাকশনের আউট-পুট ভোল্টেজকে দেখান হয়েছে। কার্ভে ব্যবহৃত  $E_0$  হচ্ছে প্লেট লোড হিসাবে প্লেট সার্কিটে ব্যবহৃত ১০,০০০ ওহম্ রেক্টিফায়ার অ্যাকশনের আউট-পুট ভোল্টেজ \*।  $E_g$  হচ্ছে পোটেনশিওমিটার দ্বারা নির্দেশিত গ্রিড ভোল্ট।

---

\* ঐ আউট-পুট ভোল্টেজকে জানতে হলে ওহম্-সহ অনুযায়ী মিটারের নির্দেশিত প্লেট কারেন্টকে প্রজেক্টরটির পরিমাণ দিয়ে গুন করলেই ভোল্ট পাওয়া যাবে।

চিত্রে চিহ্নিত  $E_0-1$  হচ্ছে অপারেটিং পয়েন্টে প্লেট-লোডের অ্যাক্রশের ভোল্টেজ।  $E_g-1$  হচ্ছে অপারেটিং পয়েন্টে পোটেনশিওমিটার দ্বারা নির্দেশিত গ্রিড ভোল্টেজ।  $E_0-2$  হচ্ছে অপারেটিং পয়েন্ট থেকে নেগেটিভ দিকে একভাগ এগিয়ে গ্রিডকে বেশী নেগেটিভ করার ফলে প্লেট লোডের অ্যাক্রশের ভোল্টেজ। (এর পরিমাণ জানতে হলে ঐ অবস্থায় মিটারে নির্দেশিত কারেন্ট দিয়ে ১০,০০০ ওমসকে



৩০৪নং চিত্র

গুণ করতে হবে)। আর  $E_g-2$  হচ্ছে এই অবস্থায় গ্রিডে প্রেরিত ভোল্টেজ। এইভাবে  $E_0-3$  ও  $E_g-3$ -র পরিমাণ  $E_0-1$  ও  $E_g-1$ -র স্তার কারণ এটাও হচ্ছে অপারেটিং পয়েন্ট। আর  $E_0-4$  হচ্ছে অপারেটিং পয়েন্ট থেকে পজিটিভ দিকে একভাগ এগিয়ে গ্রিডে কম নেগেটিভ দেওয়ার ফলে প্লেট লোডের অ্যাক্রশের ভোল্টেজ।  $E_g-4$  হচ্ছে তারই গ্রিডে প্রেরিত ভোল্টেজ।  $E_0-5$  ও  $E_g-5$  হচ্ছে পুনরায় অপারেটিং পয়েন্টের পরিমাণ।



**ফলাফল**—এই হচ্ছে ভ্যাকুয়াম টিউবের গ্র্যামপ্লিফিকেশন সম্বন্ধে মোটামুটি বিবরণ। পূর্বের থিওরী আলোচনা করতে গিয়ে গ্র্যামপ্লিফিকেশন সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। তবে প্রাকটিক্যাল সার্কিটে পরীক্ষামূলক কাজের মধ্য দিয়ে জানা গেল যে গ্রিডে প্রেরিত অল্প পরিমাণ সিগন্যাল ভোল্টেজের ফলে প্লেট লোডের অ্যাক্রশে যে গ্র্যামপ্লিফায়েড ভোল্টেজ পাওয়া যায় তা গ্রিডের ঐ সিগন্যাল ভোল্টেজের অনুরূপ।

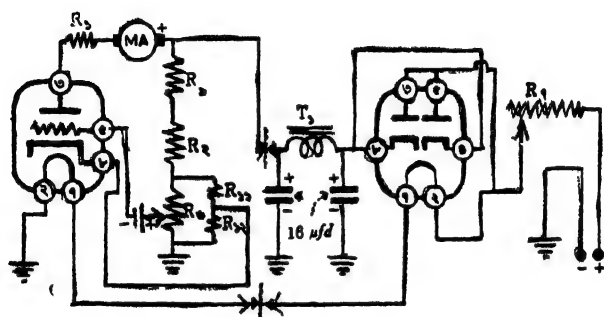
## পরীক্ষা-২৮

### প্লেট ডিটেকশন

**পার্টস**—২০০ ওমস্ রেজিস্ট্যান্স (R<sub>১১</sub>) একটি ব্যাটারী বা সেল।

**ব্যবহার**—৩০৩নং চিত্র নিয়েই কাজ চলবে তবে এক্ষেত্রে যে কয়টি পরিবর্তনের দরকার তা ৩০৫নং চিত্রে দেখান হলো। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন পোটেনশিওমিটারের অ্যাক্রশে লাগান ক্যাথোডের উভয় পার্শ্বের রেজিস্ট্যান্সকে এমন ভাবে নির্দিষ্ট করা হয়েছে যার ফলে একটা নির্দিষ্ট স্থান থেকেই পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় ইচ্ছামত নেগেটিভ ও পজিটিভ করা চলবে। আর, একটি ব্যাটারী গ্রিডের সাথে সিরিজে থাকায় গ্রিড ব্যালান্সের সৃষ্টি হবে ফলে পোটেনশিওমিটারের (ঐ নির্দিষ্ট স্থানের) সাথে ক্যাথোড যখন সমান পোটেনশিয়ালে থাকবে তখন ঐ গ্রিড-ব্যালান্সের ফলে প্লেট কারেন্ট একেবারে কমে শূন্যের ঘরে এসে পৌঁছাবে অর্থাৎ গ্রিডকে যখন পোটেনশিও-মিটারের ঐ নির্দিষ্ট স্থানে রাখা হবে তখন গ্রিডে কোন

সিগন্যাল থাকবে না কিন্তু ঐ নির্দিষ্ট স্থান থেকে পোটেনশিও-মিটারকে যখন একবার বাঁদিক আবার ডানদিক করে, গ্রিডকে একবার নেগেটিভ আবার পজিটিভ করা হবে, তখনই গ্রিডে সিগন্যাল ভোল্টেজের সৃষ্টি হবে। কারণ, আমরা জানি ডিটেক্টর টিউবের গ্রিডে যে রেডিও সিগন্যাল উপস্থিত হয় সেও অবরত নেগেটিভ ও পজিটিভ হতে থাকে।



৩০৫নং চিত্র।

কিন্তু ডিটেক্টর টিউবের গ্রিডে প্রেরিত ঐ নেগেটিভ ও পজিটিভ উভয় তরঙ্গ-জাত সিগন্যালের ডিটেকশনকে লক্ষ্য করতে হলে প্রথমে পোটেনশিওমিটারকে ঐ নির্দিষ্ট স্থানে রেখে ধীরে ধীরে পজিটিভ দিকে ঘুরিয়ে মিটার নির্দেশকে লক্ষ্য করুন। পুনরায় পোটেনশিওমিটারকে ঐ নির্দিষ্ট স্থানে রেখে ধীরে ধীরে নেগেটিভ দিকে ঘোরান এবং মিটার নির্দেশ লক্ষ্য করুন।

**ফলাফল**—এক্ষেত্রে পোটেনশিওমিটারকে সেন্টার-পয়েন্ট (ঐ নির্দিষ্ট স্থানটি) থেকে নেগেটিভ দিকে ঘোরানর ফলে

মিটারটি যে প্লেট কারেন্টের নির্দেশ দেবে তার চেয়ে পজিটিভ অন্টারনেশনের মিটার নির্দেশ আরও বেশী হবে। এক কথায় বলতে গেলে গ্রিডে প্রেরিত সিগন্যালের পজিটিভ অন্টারনেশন গ্র্যামপ্লিকায়ের্ড হবে এবং নেগেটিভ অন্টারনেশন প্রায় বিনষ্ট হয়ে যাবে। এই ভাবেই টিউবে ডিটেকশনের কার্য সাধিত হয়ে থাকে।

## পরীক্ষা—২৯

### গ্রিড-লিক ডিটেকশন

#### পার্টস—১ মেগ রেজিষ্ট্যান্স।

ব্যবহার—২৮নং পরীক্ষায় যে সার্কিট দেখান হয়েছে সেই সার্কিট নিয়েই এই পরীক্ষা চলবে। তবে এক্ষেত্রে সেল বা ব্যাটারীকে গ্রিড সার্কিট থেকে খুলে নিয়ে তার পরিবর্তে ১ মেগওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে লাগিয়ে দিতে হবে। এক্ষেত্রেও পূর্বের স্থায় পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে গ্রিডকে ক্যাথোডের তুলনায় একবার নেগেটিভ আবার পজিটিভ করে গ্রিড সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টেজের সৃষ্টি করতে হবে। পার্থক্যের মধ্যে এখানে একটি ১ মেগওমস্ রেজিষ্ট্যান্সকে গ্রিড-লিক হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

এইবার সুইচ on করে পোটেনশিওমিটারকে ঘুরিয়ে নোট করুন, তবে এক্ষেত্রে বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করবার বিষয় হচ্ছে, পোটেনশিওমিটারকে সেন্টার পয়েন্ট (ঐ নির্দিষ্ট স্থান) থেকে উভয় দিকের শেষ প্রান্তে নিয়ে যাওয়ার কালে মিটারে নির্দেশিত প্লেট কারেন্টের পরিমাণ কত।

**ফলাফল**—এই পরীক্ষায় গ্রিড-লিক ডিটেকশনের কার্য-কারিতাকে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব, সেক্টর পয়েন্ট থেকে পোটেনশিওমিটারকে নেগেটিভ প্রান্তে প্লেট কারেন্ট যৎসামান্য দেখাবে কিন্তু পজিটিভ প্রান্তে প্লেট কারেন্টের পরিমাণ তার চেয়েও বেশী দেখাবে। তার কারণ এক্ষেত্রে সিগন্যালের পজিটিভ অন্টারনেশনে গ্রিড-কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে গ্রিড-লিক রেজিস্ট্যান্সের অ্যাক্রশে ভোল্টেজ ড্রপ ঘটাবে, ফলে পজিটিভ সিগন্যালের কিছুটা ক্ষয় প্রাপ্ত হবে। কাজে কাজেই সিগন্যালের পজিটিভ অন্টারনেশনে সার্কিটের এই ডিসটরশনের ফলে খুব অল্প পরিমাণ গ্র্যাম'প্ল-ফিকেশন গ্রহণ করবে এবং নেগেটিভ অন্টারনেশনের বেলায় সম্পূর্ণ গ্র্যামপ্লিফিকেশন গ্রহণ করবে। সার্কিটে এই ডিসটর-শনটাই আমাদের কাছে ডিটেকশন নামে পরিচিত।

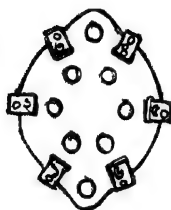
## পরীক্ষা—৩০

### দু'ভ্যালভ রিসিভার

**পাটস**—হেডফোন, ৬ পিন কয়েল ফরমার, '০০০৫  $\mu fd$  ভেরিয়েবল কন্ডেন্সার, '০০০১  $\mu fd$  মাইকা কন্ডেন্সার, ৬ পিন ভ্যালভ বেস, ৩৭নং এনামেল কপার তার, ২টি নাটবল্টু এবং কানেকশনের জন্তু কিছুটা তার।

**ব্যবহার**—প্রথমে ৩০৬নং চিত্রের ৬ পিন ভ্যালভ বেসটিকে ২৭৭নং চিত্রে অঙ্কিত চেসিসের (ক) চিহ্নিত ছিদ্রে বসিয়ে নাটবল্টু দিয়ে চেসিসের সাথে ভাল করে লাগিয়ে দিন। এই বেসটিকে কয়েল বেস হিসাবে ব্যবহার করা হলো। পূর্বে

যে সার্কিট গঠন করা হয়েছিল তাকে নিয়েই পরীক্ষা চলবে। তবে এক্ষেত্রে তার ভোল্টেজ ডিভাইডারের সিরিজে লাগান সব কয়টি রেজিষ্ট্যান্সকে খুলে ফেলুন এবং ১ মেগ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সের যে প্রান্ত পোটেনশিওমটারে যুক্ত সেই প্রান্তকে খুলে নিয়ে ৬C5 টিউবের ভ্যালভ বেসের ৮নং পিনে লাগিয়ে খানিকটা তার দিয়ে ৮নং ও ৭নং পিন সর্ট করে দিন। ফলে ৭নং পিনটি চেসিসে যুক্ত থাকায় উভয়েই চেসিসের সাথে যুক্ত হবে।



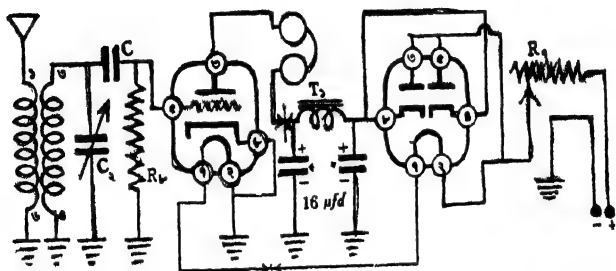
৩০৭নং চিত্র ছ' পিন কয়েল বেস

পুনরায় প্লেট সার্কিট থেকেও মিটার ও ১০,০০০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্সটি খুলে রাখুন এবং তার পরিবর্তে হেডফোনের একপ্রান্ত প্লেটে ও অপর প্রান্ত  $V_i + (H.T +)$  এ লাগিয়ে সমস্ত সার্কিটকে ৩০৭নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিন। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন এক্ষেত্রে কেবল কয়েল ও কন্ডেন্সার যুক্ত টিউনিং সার্কিটের সংযোগগুলি বাকি আছে।

টিউনিং সার্কিটের একটা মোটামুটি বিবরণ পূর্বে দেওয়া হয়েছে এবং আলোচনা প্রসঙ্গে বলা হয়েছে যে, টিউনিং সার্কিট দ্বারা সিগন্যালটি বেছে নেওয়ার পর, প্রয়োজন হয় ঐ উভয় ভরসজাত সিগন্যালকে অর্ধ-তরঙ্গে সংশোধিত করে

অবগোপনীয় করা এবং সে কার্য সাধিত হয় ডিটেক্টর সার্কিট দ্বারা। এও বলা হয়েছে যে, ডিটেকশন সাধারণতঃ দুই প্রকারের হয়ে থাকে যেমন “বিনা বৈদ্যুতিক শক্তিতে ডিটেকশন” আর “বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ডিটেকশন”।

বিনা বৈদ্যুতিক শক্তিতে ডিটেকশন সম্বন্ধে পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে এবং বলা হয়েছে যে, এইরূপ ডিটেকশনের কাজে কৃষ্ণাল ডিটেক্টর গ্রহণ করা হয়। কারণ কৃষ্ণাল ডিটেক্টরের মধ্য দিয়ে কেবল একই দিকে কারেন্ট প্রবাহিত



৩০৭নং চিত্র

হতে পায় ফলে, বিপরীত মুখী অংশগুলি নষ্ট হয়ে যায় এবং এই ডিটেক্টরকে অপারেট করতে কোন লোক্যাল ভোল্টেজের প্রয়োজন হয় না, কারণ এরিয়াল কর্তৃক গৃহীত সিগন্যাল, ক্যাপেটের সাহায্যেই কাজ চালায়।

আর বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ডিটেকশন সম্বন্ধে বিশেষ কিছুই বলবার নাই কারণ এইরূপ ডিটেকশনকে ২৮নং ও ২৯নং পরীক্ষায় দেখান হয়েছে, এবং পরীক্ষামূলক ভাবে ইহাই দেখান হয়েছে যে, প্লেট ডিটেকশনের চেয়ে গ্রিড-লিফ ডিটেকশন Partial rectificationকে গ্রহণ করে এবং

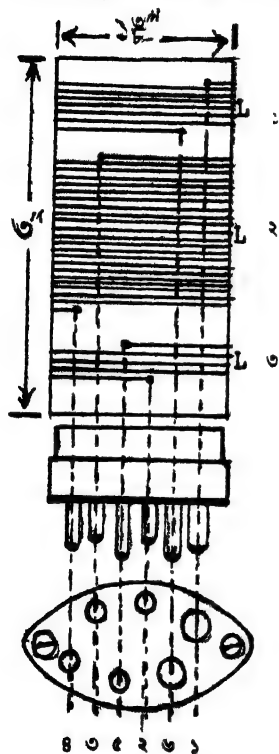
উভয় ডিটেকশনের মধ্যে লক্ষ্য করবার বিষয় হচ্ছে, তাদের মধ্যে একটিতে সিগন্যালের নেগেটিভ অন্টারনেশন বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং অপরটিতে পজিটিভ অন্টারনেশন বাধাপ্রাপ্ত হয়।

৩০৭নং চিত্রকে ভাল ভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাব এরিয়াল কয়েলের এবং টিউনিং কয়েলের উপরে ও নীচে যথাক্রমে, ১-৬ ও ৩-৪ দিয়ে চিহ্নিত করা হয়েছে। এগুলি ঝারা কয়েল ফরমার পিনের নম্বরগুলি নির্দেশ করা হয়েছে। কাজেকাজেই প্রথমেই আমাদের '০০০৫  $\mu fd$  ভেরিয়েবল কন্ডেন্সারটিকে চেসিসের সম্মুখ ভাগে লাগিয়ে দিয়ে তার পজিটিভ দিককে, ৬ পিন ভ্যালভ বেসের (এক্ষেত্রে কয়েল বেসের) ৩ নং পিনে এবং নেগেটিভ দিককে ৪নং পিনে লাগিয়ে একটু ছোট তার দিয়ে ঐ ৪নং পিনকে চেসিসের সাথে যুক্ত করুন। পুনরায় '০০০১ কন্ডেন্সারের এক প্রান্ত কয়েল বেসের ৩নং পিনে এবং অপর প্রান্ত ৬C5 টিউবেব ভ্যালভ বেসের ৫নং পিনে (এক্ষেত্রে গ্রিডে যেখানে গ্রিড-লিকের একপ্রান্ত যুক্ত আছে) যুক্ত করে দিন এবং কয়েল বেসের ১নং পিন থেকে খানিকটা তার এরিয়াল সংযোগের জন্য ও ৬নং পিন থেকে ভূমি সংযোগের জন্য খানিকটা তার চেসিসের বাইরে বার করে রাখুন।

এইভাবে সংযোগগুলি করে সমস্ত সার্কিটকে ৩০৭নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিন। এইবার দেখা যাক, কিভাবে কয়েল ফরমারের উপর তার জড়িয়ে কয়েল প্রস্তুত করতে হবে।

৩০৮নং চিত্রে কয়েল ফরমারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে

এই কয়েল ফরমারকে প্রস্তুত করার সবচেয়ে সহজ উপায় হচ্ছে একটি পুরাতন ৬ পিন যুক্ত ভাঙ্গা ভ্যালভের তলাকার বেসকে খুলে নিয়ে তার গায়ে একটি ৩" লম্বা ১/৪" (বাস)



৩০৮নং চিত্র

কয়েল ফরমারকে ভালভাবে লাগিয়ে নিলেই চলে অথবা বাজারে ৬ পিন যুক্ত যে কয়েল ফরমার পাওয়া যায় সেই একটা যোগাড় করতে হয়।

প্রথমেই ফরমারের উপর দিক থেকে কিছুটা জায়গা ছেড়ে দিয়ে একটি ছোট ছিদ্র করে নিয়ে এরিয়াল কয়েল ( $L_3$ ) জড়াতে হবে। তবে লক্ষ্য রাখতে হবে এই ছিদ্র যেন ১নং পিনের ঠিক উপর দিকে হয়। প্রথমে ৩৭নং এনামেল কপার তারের মুখের দিকের  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি পরিমাণ যায়গার ইনসুলেশনকে চাকু বা ব্রেড দিয়ে তুলে দিন এবং ঐ মুখকে ফরমারের বাহিরের দিক থেকে ছিদ্র পাথে গলিয়ে চিত্র অনুযায়ী ১নং পিনে লাগিয়ে

বাইরের দিক থেকে ঐ পিনের মুখটায় সোন্ডার দিয়ে দিন। এইবার কয়েল ফরমারের উপর ২০ পাক পাশাপাশি ভাবে জড়িয়ে যেখানে শেষ হবে ঠিক সেখানে আর একটি ছিদ্র করে নিন (ঠিক ৬নং পিনের উপর দিকে হবে) এবং



তারটিকে ছিঁড় পথ দিয়ে নিয়ে গিয়ে পূর্বের স্থায় ৬নং পিনে সোল্ডার করে দিন। দেখবেন যেন সংযোগ বিন্দুকে ভাল করে চাকু বা ব্লেড দিয়ে চেষ্টা পরিষ্কার করা হয়। কারণ আমার তারের উপর এনামেল কোটিং যুক্ত ঐ ইনসুলেশনের মাঝ দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলাচলের পথ পায় না। এইবার টিউনিং কয়েলকে ( $L_2$ ) ঐ একইভাবে এরিয়াল থেকে ৫" দূরে জড়াতে হবে এবং এর পাক সংখ্যা হবে ৫৫, ঐ কয়েলের উপর দিক ও নীচের দিক যথাক্রমে ৩নং ও ৪নং পিনে লাগাতে হবে। এই ভাবে টিউনিং কয়েলের ঠিক ১১৬ ইঞ্চি দূরে রিজেনারেশন কয়েককেও ( $L_3$ ) জড়িয়ে যথাক্রমে ২নং ও ৫নং পিনে লাগিয়ে দিন। এর পাক সংখ্যা হবে ২৫। (পরবর্তী পরীক্ষায় এর ব্যবহার হবে)। দেখবেন যেন তারের মাথা দুইটি উল্টে না যায় কারণ সব কয়েলেই পাকগুলি ৩০৮নং চিত্রের স্থায় একই ভাবে ও একই দিকে জড়ান হবে।

**ফলাফল**—এইভাবে কয়েল ফরমারকে প্রস্তুত করে, তাকে কয়েল বেগে বসিয়ে রিসিভারটিকে গঠন করার পর যদি তার এরিয়াল ও ভূমি-সংযোগের জগ্য উপযুক্ত ব্যবস্থা করতে পারেন এবং আপনার কাছাকাছি যদি কোথাও ব্রডকাষ্ট স্টেশন থাকে তাহলে সেখান থেকে প্রেরিত গান, বাজনা সংবাদ প্রভৃতি আপনার হেডফোনের দ্বারা সুস্পষ্ট ভাবে শুনতে পাওয়া যাবে এবং তা থেকে আপনি আনন্দ উপভোগ করতে পারেন।

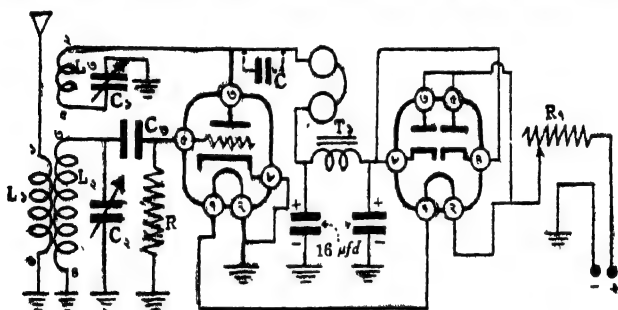
### পরীক্ষা ৩১

একটি ছোট রিজেনারেটিভ রিসিভার

পাটিন—৩০০০  $\mu$ f/d ভেরিয়েবল কনডেন্সার ৩৭নং

এনামেল কপার তার ও একটি  $0002 \mu fd$  মাইকা কনডেন্সার এবং  $01 \mu fd$ ,  $05 \mu fd$  পেপার কনডেন্সার।

**ব্যবহার—**এই পরীক্ষার ৩০৭নং চিত্রটি নিয়েই কাজ করতে হবে তবে এক্ষেত্রে আরও কয়েকটি সংযোগের ব্যবস্থা করতে হবে। তার মধ্যে প্রথম হচ্ছে 6C5 টিউবের প্লেট থেকে অর্থাৎ ৩নং পিন থেকে খানিকটা তার কয়েল বেসের ২নং পিনে যুক্ত করতে হবে। তারপর  $0003$  ভেরিয়েবল কনডেন্সারটি চেসিসের সম্মুখ ভাগে লাগিয়ে তার রোটর পয়েন্টকে চেসিসে এবং স্টেটর পয়েন্টকে কয়েল বেসের ৫নং



৩০৭নং চিত্র

পিনে লাগিয়ে দিতে হবে। কারণ, পূর্বের কয়েল ফরমারে যে ২৫ পাক বিশিষ্ট রিজেনারেশন কয়েল তৈরী করা হয়েছিল এক্ষেত্রে তাকে ৩০৭নং চিত্র অনুযায়ী প্লেট সার্কিটে লাগিয়ে রিয়াকশনের ব্যবস্থা করা হলো। এইবার  $0002$  মাইকা কনডেন্সারকে 6C5 এর ৩নং পিন থেকে চেসিসে লাগিয়ে সুইচ on করে দিন—এবং শব্দকে কানে ধরে রাখুন।

পরীক্ষার জন্য ঐ কয়েলটি এইবার সার্কিট থেকে খুলে দিন—দেখবেন আওয়াজের জোর কমে গিয়েছে। পুনরায়

কয়েলকে সার্কিটে যুক্ত করুন, তবে এবার তাকে উল্টো করে লাগান অর্থাৎ কয়েলের ২নং পিনকে '০০০০ ভেরিয়েবল কনডেন্সারে ও ৫নং পিনকে প্লেটে লাগিয়ে দেখুন কি অবস্থা হয়। আবার কয়েলটিকে পূর্বাবস্থায় যুক্ত করে তুলনা করুন তাহলেই রিয়্যাকশনের প্রয়োজনীয়তা উপলব্ধি করবেন।

চিত্রটিকে লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন একটি কনডেন্সারকে টিউবের প্লেট থেকে হেডফোনের মধ্যে লাগিয়ে "C" চিহ্নিত করা হয়েছে, এর দ্বারা দেখান হয়েছে যে হেডফোনটিকে সোল্লা প্লেটে লাগান ছাড়াও একবার '০১  $\mu f$  কনডেন্সারকে আবার '০১  $\mu f$  কনডেন্সারকে ঐ "C" এর পরিমাণ হিসাবে হেডফোনের সাথে সিরিজে লাগান এবং তার ফলাফল লক্ষ্য করুন।

**ফলাফল**—বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করলেই দেখতে পাবেন পূর্বের রিসিভারের তুলনায় এক্ষেত্রেই রিসিভারের sensitivity বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়েছে। আর প্লেট সার্কিট থেকে গ্রিড সার্কিটে feed back দ্বারা অতিরিক্ত রিজেনারেশনই হচ্ছে তার একমাত্র কারণ। তাই কখন কখন এই সার্কিটকে "থ্রি সার্কিট টিউনার" (three circuit tuner) বা 'রিজেনারেটিভ ডিটেক্টর' বলে অভিহিত করা হয়।

এ পর্য্যন্ত যে সকল পরীক্ষাগুলি দেখান হলো সেগুলি যদি একের পর এক খুব যত্ন সহকারে করে যেতে পারেন, তাহলে আমার মনে হয় রেডিও টেকনিকের প্রাথমিক তথ্য সম্বন্ধে একটা মোটামুটি ধারণা গড়ে তুলতে পারবেন। কারণ এ পর্য্যন্ত যে সকল পরীক্ষা আমি দেখালাম সেগুলিকে বলা হয় "**Study of the fundamentals of electricity and radio**" অতএব একটুকুই প্রথম শিক্ষার্থীদের পক্ষে

যথেষ্ট হবে বলেই মনে হয়। তারা যদি রেডিও টেকনিশিয়নের এই তথ্যগুলি ভাল ভাবে উপলব্ধি করতে পারেন তাহলে পরবর্তী রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফিকেশন, ডিটেকশন, অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফিকেশন, অসিলেশন প্রভৃতি সুপার-হেটেরোডাইনের (Superheterodyneএর) উচ্চতর তথ্য-গুলিও সহজে বুঝতে কোন অসুবিধা হবে না। বর্তমানে এই সকল তথ্য নিয়ে কিছু কিছু আলোচনা করেছি বটে তবে এদের উচ্চতর তথ্যগুলি দ্বিতীয় খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে।



## তিন ভ্যালভ

### এসি/ডিসি লোক্যাল সেট

রেজিস্ট্র্যান্স—ক্যাপাসিটি কাপলিং রিয়্যাকশন টাইপ।

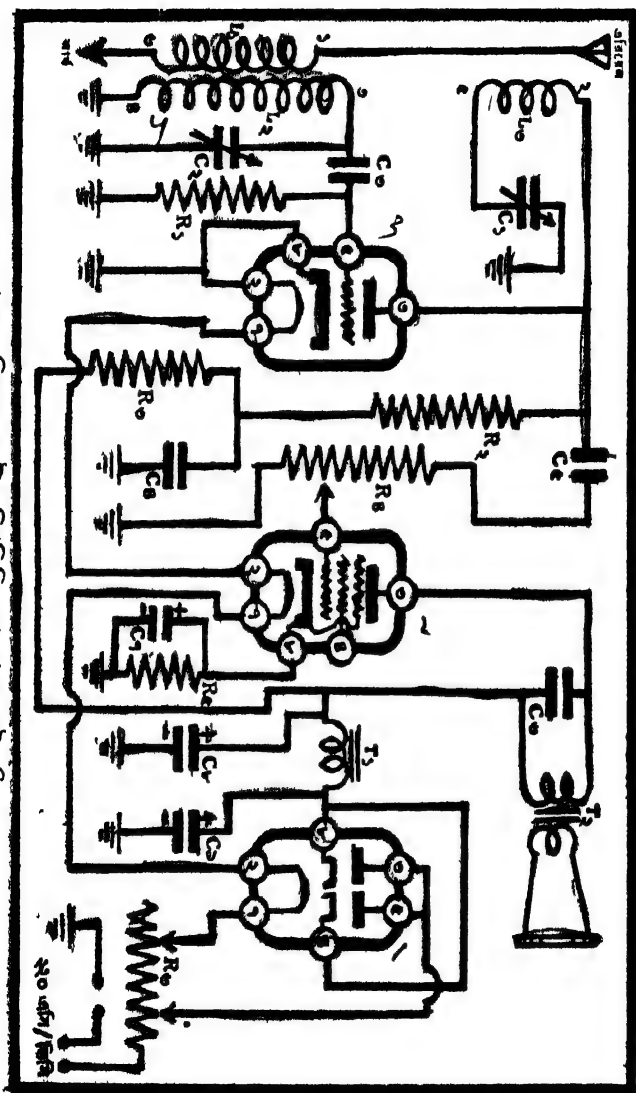
পূর্বের বলেছিলাম যে পরীক্ষামূলক কাজ শেষ করবার পর ঐ পার্টসগুলির সাহায্যেই একটি এসি/ডিসি লোক্যাল সেট নির্মাণের কৌশল দেখান হবে। তবে পরীক্ষার সর্ব শেষে যে সেটকে গঠন করা হয়েছে তার থেকে এর পার্থক্য বিশেষ কিছুই নেই বললেই চলে, কারণ এক্ষেত্রে কেবল পূর্বের ঐ রিজেনারেটিভ রিসিভারের সাথে একটি পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ারকে যুক্ত করে হেডফোনের ঐ সিগন্যালকে স্পিকারের উপযুক্ত করে তোলা হয়েছে মাত্র। তাই মনে হয় এটি গঠন করতে শিক্ষার্থীদের বিশেষ কিছু অনুবিধা হবে না। গঠন কৌশল দেখানর আগে সেট সম্বন্ধে কিছু বলে নেব।

সার্কিটের রিয়্যাকশন প্রয়োগ করে যে সমস্ত রেডিও গঠন করা হয় তাদের **স্টেট সেট** বলে। এই স্টেট সেটে সাধারণতঃ ডিটেক্টর প্লেট থেকে কয়েলের সাহায্যে গ্রিড সার্কিটে রিজেনারেশন বা রিয়্যাকশন দেওয়া হয় এবং ঐ রিয়্যাকশানের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করার জন্ত কয়েলের ( $L_c$ ) সাথে একটি স্টেরিয়েবল কনডেন্সার ( $C_s$ ) সিরিজে লাগান থাকে। তাকে ঘুরিয়ে ঘুরিয়েই সার্কিটের রিয়্যাকশন নির্ধারণ করা হয়।

এইরূপ একটি রিয়্যাকশন সেটের স্কিমটিক ডায়াগ্রাম ৩১০নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই সেটটি যে কোন এসি-ডিসি সরবরাহের ১১০ থেকে ২৫০ ভোল্টের মধ্যে কাজ করবে। এর স্কিমটিক সার্কিট ছাড়াও ৩১১ ও ৩১২নং চিত্রে প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটকেও অঙ্কন করে দেখান হয়েছে, কারণ প্র্যাকটিক্যাল সার্কিট দেখে সেটকে গঠন করবার সময় প্রতিটি সংযোগকে যাতে ভালভাবে পরীক্ষা করে নেওয়া যায় তার জন্তই স্কিমটিক সার্কিটের ব্যবস্থা করা হয়েছে। এই সার্কিট অঙ্কনে তার পাটসগুলির পরিমাণের পরিবর্তে যে সকল নির্দেশ ব্যবহার করা হয়েছে তাদের একটি তালিকা নিয়ে দেওয়া হলো।

### পাটস—

C <sub>1</sub>	=	০০০৩ $\mu fd$	ভেরিয়েবল কনডেন্সার
C <sub>2</sub>	=	০০০১ $\mu fd$	„ „
C <sub>3</sub>	=	০০০১ $\mu fd$	মাইকা „
C <sub>4</sub>	=	১ $\mu fd$	পেপার „
C <sub>5</sub>	=	০৫ $\mu fd$	„ „
C <sub>6</sub>	=	০১ $\mu fd$	„ „
C <sub>7</sub>	=	২৫ $\mu fd$	ইলোকট্রোলাইট „
C <sub>8</sub>	=	১৬ $\mu fd$	„ „
C <sub>9</sub>	=	৮ $\mu fd$	„ „
L <sub>1</sub>	=	এরিয়াল কয়েল।	
L <sub>2</sub>	=	টিউনিং কয়েল।	
L <sub>3</sub>	=	রিয়্যাকশন কয়েল।	



৩২০নং চিত্র - একটি এসি/ডিসি লোকাল সোর্সের চিত্র।

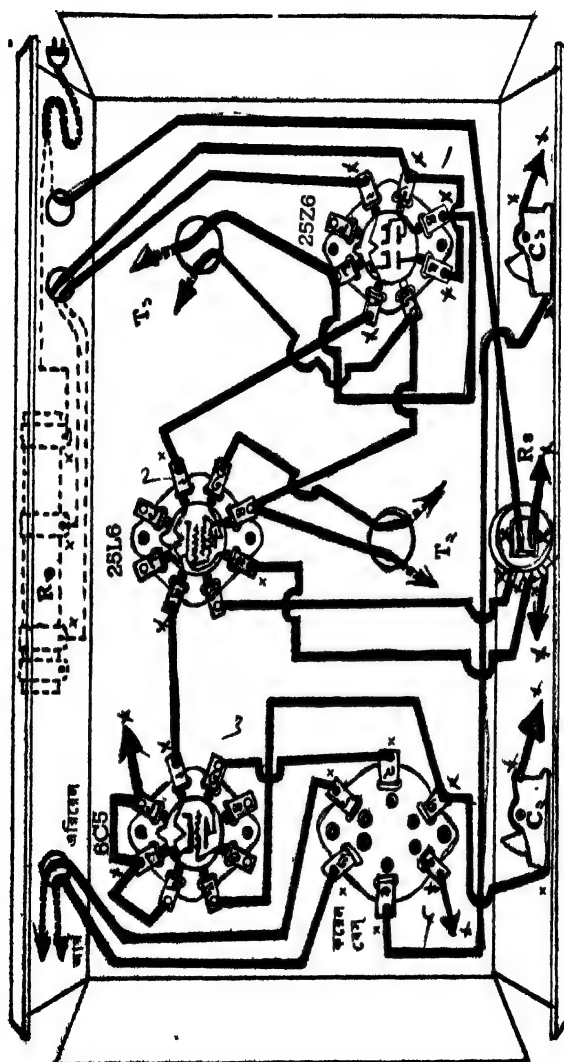
R <sub>১</sub>	=	১ meg. ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স।
R <sub>২</sub>	=	২০ killo " "
R <sub>৩</sub>	=	৫০ " " "
R <sub>৪</sub>	=	৫ meg ভল্যুম কন্ট্রোল ( সুইচ্ সহ )।
R <sub>৫</sub>	=	১০০ ohms ১ ওয়াটের রেজিষ্ট্যান্স।
R <sub>৬</sub>	=	৭৫০ ohms ( ৩ এ্যাম্পিয়ার ) ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্স।
T <sub>১</sub>	=	১০ হেনরী ৬০ মিলি L. F. চোক।
T <sub>২</sub>	=	25L6 টিউবের আউট-পুট ট্রান্সফরমার।
সু	=	ভল্যুম কন্ট্রোলে লাগান সুইচ্।
SP	=	৬" পারমানেন্ট ম্যাগনেট লাইডস্পিকার।

### নিৰ্মাণ কৌশল :—

প্রথমে ড্যালভ বেস ও কয়েল বেসগুলি চেসিসের নীচের দিক থেকে লাগিয়ে নাট-বল্ট দিয়ে চেসিসের গায়ে শক্ত করে বসিয়ে দিন। দেখবেন বেসগুলির key way যেন ৩১১নং চিত্র অনুযায়ী চেসিসের পিছন দিকে মুখ করে থাকে। কারণ তা না হলে যখন সেট নিয়ে wiring করতে বসবেন তখন ভুল সংযোগ হয়ে যেতে পারে।

ফিল্টার চোকটিকে ( T<sub>১</sub> ) চেসিসের উপর ২৭৭নং চিত্র অনুযায়ী বাঁ দিকের কোনে আড়াআড়ি ভাবে বসিয়ে নাট-বল্ট দিয়ে শক্ত করে লাগিয়ে লীড্ দুটিকে চেসিসের ছিদ্রে পথে লাগিয়ে রেক্টিফায়ার টিউবের ( 25Z6-GT ) ৬নং ও ৮নং পিনে আঁজা ভাবে লাগিয়ে রাখুন। আর আউট-পুট ( T<sub>২</sub> ) ট্রান্সফরমারকেও চেসিসের সামনের দিকে সোজা করে বসিয়ে নাট-বল্ট দিয়ে শক্ত করে লাগিয়ে দিন।





৩৯৯নং চিত্র—বিসিভারের কেবল তাবের সংখ্যাগুলিকে এখান অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

দেখবেন যেন প্রাইমারী লীড, চেসিসের পিছন দিকে ও সেকেন্ডারী লীড সামনের দিকে মুখ করে থাকে। কারণ, এক্ষেত্রে প্রাইমারী লীড ছিজের মধ্য দিয়ে চেসিসের নীচের দিকে গিয়ে পাওয়ার টিউবের ( 25L6 ) ৩নং ও ৪নং পিনে লাগান হবে, আর সেকেন্ডারী লীড স্পীকারের জন্তু চেসিসের উপর দিকেই থাকবে।

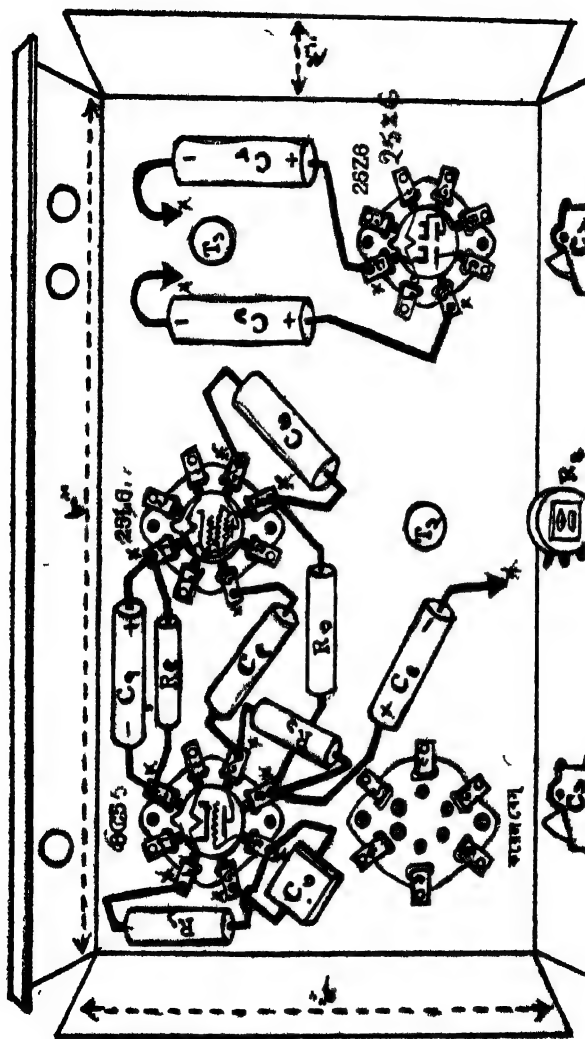
পিনগুলিকে পড়বার নিয়ম হচ্ছে, ভ্যালভ বেসের যে দিকে key way আছে, সেই দিককে নিচের দিকে রেখে ; ঘড়ির কাঁটা যে দিকে ঘোরে ঠিক সেই ভাবে গুণতে হবে অর্থাৎ key way-এর বাঁদিক থেকে এক, দুই...করে গুণে যেতে হবে এবং সেই অনুযায়ী সংযোগ করে যেতে হবে। তবে এক্ষেত্রে পড়বার সুবিধার জন্তু পিনগুলিকে চিহ্নিত করে দেওয়া হয়েছে। আর একটি কথা সব সময় মনে রাখবেন যে, এই পিনগুলির গায়ে এক প্রকার কোটিং লাগান থাকে, কাজে কাজেই সোল্ডার করার সময় চাকু বা ব্রেড দিয়ে তাকে পরিষ্কার করে নেওয়া অবশ্য কর্তব্য নচেৎ সংযোগ হবে না। আর এই কোটিং যাকে ইনসুলেশন বলে, এর মাঝ দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচলের পথে এক প্রকার রেজিস্ট্যান্সের সৃষ্টি হয়।

চেসিসে সোল্ডার করার বেলায়ও ঐ একই কথা, কারণ চেসিসের সাথে যদি ভাল সংযোগ না হয় তাহলে নেগেটিভ পোটেনশিয়ালের অভাব হেতু, সেটটি নাও বাজতে পারে, কাজে কাজেই সোল্ডার যাতে ভাল হয় তার জন্তু চেসিসের যে স্থানে সোল্ডার করা হবে সেই স্থানটি প্রথমে ( সোল্ডারিং

আয়েরন দ্বারা) উত্তপ্ত করে নিতে হবে। তারপর খানিকটা সোল্ডার দিয়ে জায়গাটার চারিদিকে ভাল করে লাগিয়ে দিতে হবে ও পরে সংযোগের তারটি সেই স্থানে রেখে পুনরায় সোল্ডার করে দিলেই চলবে।

**গঠন প্রণালী :—**চেসিসের সামনের দিকে ২" ইঞ্চি উচ্চতার বিট আছে তাতে ৩১১নং চিত্র অনুযায়ী তিনটি ছিদ্র করে নিয়ে একটিতে ভল্যুম কন্ট্রোলকে ( $R_8$ ) ও অপর দুটিতে ভেরিয়েবল কন্ডেন্সারকে ( $C_1$  ও  $C_2$ ) পিছন দিক থেকে ছিদ্র পথে গলিয়ে শক্ত করে চেসিসের গায়ে লাগিয়ে দিন।

এইবার ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্সকে ( $R_6$ ) চেসিসের পিছন দিকে শক্ত করে লাগিয়ে সেট ওয়ারিং করতে বসুন। তবে এক্ষেত্রে ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ পুনরায় ঠিক করে নিতে হবে। ৩১১ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন, ফিলামেন্ট রেজিষ্ট্যান্স, ( $R_6$ ) এর যে তিনটি ক্লাম্প ব্যবহার করা হয়েছে তাদের প্রত্যেককে যথাক্রমে ক, খ, এবং গ এই চিহ্ন দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। তাদের মধ্যে 'ক' চিহ্নিত ক্লাম্পে মেন লাইনের এক প্রান্ত লাগান আছে এবং 'খ' চিহ্নিত ক্লাম্পকে রেকটিক্যালার টিউবের প্লেট সাপ্লাই আর 'গ' ক্লাম্পকে ফিলামেন্ট সাপ্লাই হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। তাই এক্ষেত্রে 'ক' ও 'খ'-এর মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স হবে ২০০ ওহম্ আর 'ক' ও 'গ' এর মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স নির্ণয় করতে হবে, পূর্বের সূত্র অনুযায়ী :—



৩১২নং চিত্র - মিনিভারের বাকি রেজিস্ট্যান্স ও কনডেন্সারের সংযোগগুলিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

ফিলামেন্টগুলির মোট ভোল্টেজ :—

$$২৫ + ২৫ + ৬ = ৫৬ \text{ ভোল্ট।}$$

সুতরাং ড্রপিং ভোল্টেজ :—

$$২২০ - ১৬ = ১৬৪ \text{ ভোল্ট।}$$

$$R = \frac{E}{I}$$

$$R = \frac{১৬৪}{.৩}$$

$$R = ৫৪৬.৬ \text{ ওমস্।}$$

এক্ষেত্রে “ক” ও “গ” এর মধ্যকার রেজিস্ট্যান্স মোট ৫৪০ ওমস্ হলেই চলবে।

ভল্যুম কন্ট্রোল ( $R_v$ ) এর পিছনে যে সুইচের কথা আমি বলেছিলাম তাকে দিয়েই এক্ষেত্রে সার্কিটকে off-on করার ব্যবস্থা করা হয়েছে। তবে সুবিধা অনুযায়ী কোন পৃথক সুইচের ব্যবস্থা করাও চলে।

৩১১নং চিত্রটিকে বিশেষ ভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন। ড্যালভ বেসের কতকগুলি পিনের পাশে (X) এই চিহ্ন দেওয়া হয়েছে অর্থাৎ যেখানে যেখানে ঐরূপ চিহ্ন দেওয়া আছে সেখানকার সংযোগ বিন্দু দুটি, চাকু বা ব্লেন্ড দিয়ে পরিষ্কার করে সোল্ডার করে দেবেন। আর যেখানে ঐরূপ চিহ্ন দেওয়া নাই সেখানে কেবল সংযোগ বিন্দুগুলি পরিষ্কার

করে, তারটিকে পিনের ছিদ্রপথে লাগিয়ে রেখে দিন। কারণ, ঐ স্থানে এখনও অস্ফাঙ্ক সংযোগের বাকি আছে বুঝবেন।

এইভাবে ৩১১নং চিত্রের নির্দেশ অনুযায়ী ওয়ারিং করে যান এবং প্রতিটি সংযোগের পর সার্কিটটিকে ৩১০নং চিত্রের স্কিমেটিক সার্কিটের সাথে মিলিয়ে দেখুন যে সংযোগগুলি ঠিক আছে কিনা। মাঝে মাঝে দেখতে পাবেন ভ্যালভ বেসগুলির কয়েকটা পিনে—যেমন রেক্টিফায়ার ভ্যালভ বেসের ৬নং পিনে, পাওয়ার ভ্যালভ বেসের ৬নং পিনে এবং ডিটেক্টর বেসের ৪, ৬, ১ প্রভৃতি পিনগুলিতে—টিউবের নিজস্ব কোন সংযোগ না থাকা সত্ত্বেও ঐ পিনগুলিতে তার সংযোগ করা আছে। তার কারণ পিনগুলির সাথে টিউবের আভ্যন্তরীণ কোন সংযোগ না থাকায়, পিনগুলি খালি থাকে, তাই সেগুলিকে টাই-পয়েন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

৩১১নং চিত্র অনুযায়ী কাজ শেষ হলে সমস্ত সার্কিটকে একবার ভাল করে পরীক্ষা করে দেখুন কোথাও ভুল সংযোগ আছে কিনা। যদি দেখেন ঠিক ঠিক ভাবে করা হয়েছে তাহলে বাকি সংযোগগুলি ৩১২নং চিত্র দেখে করতে আরম্ভ করুন।

৩১২নং চিত্রে সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স এবং কন্ডেন্সারের সংযোগগুলিকে আলাদা ভাবে দেখান আছে। এই চিত্র অনুযায়ী বাকি অংশগুলি লাগিয়ে সমস্ত সার্কিটকে স্কিমেটিক সার্কিটের সাথে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে পরীক্ষা করে নিন।

সংযোগ ব্যবস্থার সময় বিশেষ ভাবে লক্ষ্য রাখতে হবে যে, খুব অল্প তারে ও পরিষ্কার ভাবে যেন সমস্ত সংযোগ

করা হয়। গ্রাউণ্ড সংযোগগুলি চেসিসের গায়েই করতে হবে। ফলে নেগেটিভ কানেকশনের জন্তু আর লম্বা লম্বা তার টানতে হয় না।

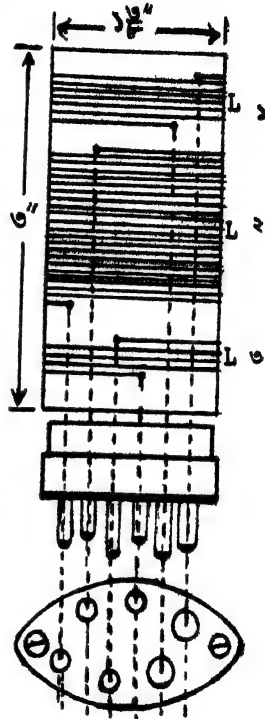
সেটটিতে আর একটি লক্ষ্য করবার বিষয় হচ্ছে ভূমি-সংযোগ। ৩১০ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন ভূমি-সংযোগকে কেবল এরিয়াল কয়েলের সাথে যুক্ত করা হয়েছে, তাতে রিসেপশান খুব ভাল পাওয়া যায়। কিন্তু যদি দেখেন আপনার সেটে কোন ইন্টারফিয়ারেন্সের সৃষ্টি হচ্ছে তাহলে কয়েল বেসের ৬নং ও ৪নং কে খানিকটা তার দিয়ে সর্ট করে দিয়ে এবং রিসিভারের ভূমি-সংযোগ চিহ্নিত টার্মিনালের সাথে একটি  $0.05 \mu fd$  কনডেন্সার সিরিজে লাগিয়ে তাকে ভূমির সাথে যুক্ত করলেই চলবে। তবে আমার ল্যাবরেটরীতে যে সেটটি গঠন করা হয়েছিল তাতে ঐরূপ কোন ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় নাই। আর একটি কারণ হচ্ছে আমার লেবরেটরীর মেন লাইন পজিটিভ এ্যালাইভ থাকায় আর্থের তারকে, কনডেন্সারের সাথে সিরিজে না লাগিয়ে, সোজা চেসিসে লাগালেও কোন বিপদের সম্মুখীন হতে হয় না।

**কয়েল :—**এই সেটের জন্তু যে কয়েল বেসের ব্যবহার করেছি সেটি পূর্বের পরীক্ষায় ব্যবহৃত কয়েল বেসের অনুরূপ, কাজে কাজেই ৩০৮নং চিত্রে যে কয়েলটিকে গঠন করবার কৌশল বর্ণনা করেছি সেই কয়েলটিকেই এই কয়েল বেসে বসিয়ে দিতে হবে। কারণ এখানেও এরিয়াল কয়েল ( $L_1$ ) এর এক মাথা ১নং পিনে ও অন্য মাথা ৬নং পিনে যুক্ত আছে। টিউনিং কয়েলকেও ( $L_2$ ) যথাক্রমে ৩নং ও ৪নং পিনে সোল্ডার করা হয়েছে। আর রিয়াকশন কয়েলও

( L<sub>৩</sub> ) যথাক্রমে ২নং এবং ৫নং পিনে যুক্ত। মোটের উপর পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী ( ৪২৩ পৃষ্ঠায় বর্ণিত ), ৩১৩নং চিত্রের কয়েলটিকে গঠন করতে হবে।

এই হলো সেট নির্মাণের মোটামুটি বিবরণ। সেটটিকে আমি নিজের লেবরেটারীতে পরীক্ষামূলক ভাবে গঠন করেছি। এর স্পিকারকে চেসিসে অঙ্কন করে দেখান হয়নি। কারণ শিক্ষার্থীরা নিজদের ইচ্ছানুযায়ী কেবিনেটের যে কোন স্থানে বসিয়ে আউট-পুট ট্রান্স-ফরমারের সেকেন্ডারী লীডের সাথে যুক্ত করে দিলেই চলবে।

আমার অভিজ্ঞতা থেকে বলতে পারি, যে সার্কিট চিত্রে দেখান হয়েছে শিক্ষার্থীরা যদি চিত্র অনুযায়ী ঠিক ঠিক ভাবে তা গঠন করতে পারেন এবং কয়েলটিকেও যদি আমার নির্দেশ অনুযায়ী ঠিকভাবে জড়িয়ে নিতে পারেন তাহলে সেটটি খুব ভাল কাজ দেবে। কারণ আমার লেবরেটারীতে যে সেটটি গঠন করেছিলাম সেটি রাত্ৰিকালে এ-সি এলাকাতে ঢাকা, পাটনা, দিল্লী—ষ্টেশন তিনটি খুব পরিষ্কার ও মাঝারি রকম আওয়াজে শুনতে পাওয়া গেছে এবং তাতে আমাদের শক্তিশালী লোক্যাল ষ্টেশন কোনই গোলমাল সৃষ্টি করতে পারেনি।



৪ ৩ ৫ ২ ৬ ১

৩১৩নং চিত্র



## অষ্টাদশ অধ্যায়



### ১৮ তম ভ্যালভ ব্যাটারী সেট

(১০ ভ্যালভ কনডেন্সার কাপলিং ও রিয়্যাকশন টাইপ)

মকঃশল অঞ্চলে বিদ্যুৎ সরবরাহের কোন ব্যবস্থা না থাকায় সেখানকার শিক্ষার্থীদের সুবিধার জন্য একটি ব্যাটারী সেট নির্মাণের সহজ চিত্র দেওয়া হলো। তবে একটি কথা এখানে বলে রাখি প্রথম শিক্ষার্থীদের পক্ষে প্রথমেই সার্কিট দেখে একটি ব্যাটারী সেট নির্মাণ করার পূর্বে মেন সেটের প্রত্যেকটি পরীক্ষাকে খুব মন দিয়ে অনুশীলন করে নিতে হবে, কারণ কম খরচে বাড়ীর মেন থেকে ইচ্ছামত কারেন্ট পাওয়া যায় বলেই একটি মেন সেটের প্রত্যেকটি স্টেজের কার্যকারিতাকে আমি পরীক্ষা মূলক কার্যের মধ্য দিয়ে আলোচনা করেছি। কিন্তু ব্যাটারী সেটের বেলায়ও অনুরূপ পরীক্ষা দেখান যায়, তবে তা এত ব্যয় সাধ্য যে অধিকাংশ শিক্ষার্থীর পক্ষে তা সম্ভব নয়। তাছাড়া মেন-সেট ও ব্যাটারীসেট উভয়েরই কার্যকারিতা এক তবে পার্থক্য কেবল ফিলামেন্ট ও প্লেট সাপ্লাই ব্যবস্থায়। কাজে কাজেই পৃথক ভাবে ব্যাটারীর জন্য কোন পরীক্ষা না করে কেবল পূর্বের পরীক্ষাগুলি মন দিয়ে অনুশীলন করে নিলেই চলবে। তবে সংযোগ করার সময় খুব সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে কারণ ব্যাটারীর ভোল্টেজ খুব কম, ফলে সার্কিটে সোজ্জার করা সমস্ত সংযোগ.

$C_1 = .0001 \mu fd$  মাইকা কনডেন্সার

$C_2 = .0005 \mu fd$  ভেরিয়েবল ( J. B. Type )

$C_3 = .0001 \mu fd$  মাইকা কনডেন্সার

$C_4 = .0003 \mu fd$  ভেরিয়েবল ( J. B. Type )

$C_5 = .01 \mu fd$  পেপার কনডেন্সার

$C_6 = .1 \mu fd$  পেপার কনডেন্সার

$V_1 = 1N5-GT$

$V_2 = 1G4-GT$

$V_3 = 3Q5-GT$

$T = 3Q5$  টিউবের আউট-পুট ট্রান্সফরমার

$L_1 =$  রিয়াকশন কয়েল } কয়েল নির্মাণ কৌশল দেখুন  
 $L_2 =$  টিউনিং কয়েল

ব্যাটারী HT ( 90V. )—LT. (  $1\frac{1}{2}$  V )

**অন্যান্য পার্টসগুলি**—তিনটি আর্টপিন ভ্যালভ বেস।  
 একটি ছ'পিন ভ্যালভ বেস। একটি ৪-পিন ব্যাটারী প্লাগ।  
 ৮-১০টি ১/৮" ইঞ্চি মেসিন স্ক্রু। ৩/৪ গজ প্লাসটিকের তার।

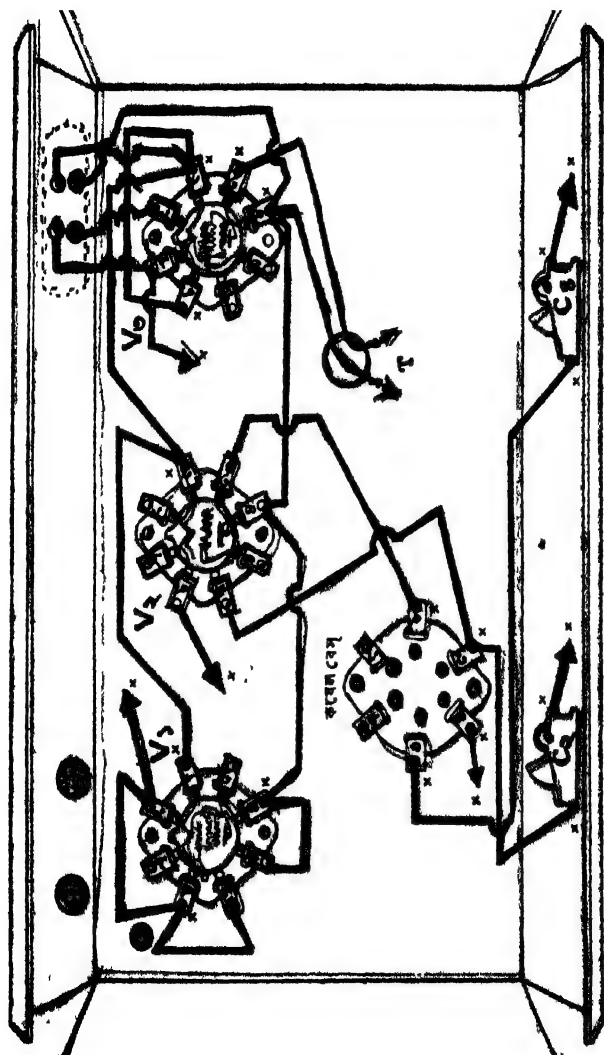
**গঠন প্রণালী** :—৩১৫ নং চিত্রে চেসিসকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। প্রথমে চিত্র অনুযায়ী সবকটি ভ্যালভ বেস ও কয়েল বেসকে ১/৮" ইঞ্চি মেসিন-স্ক্রু দিয়ে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। লক্ষ্য রাখবেন ভ্যালভ বেসগুলির ( পিন বেস ) Key way যেন চেসিসের পিছনের দিকে মুখ করে থাকে। আর কয়েল বেস ( ৬ পিন বেস ) কেও চিত্র অনুযায়ী বসান, কারণ, বেসগুলি যদি ভুল লাগান হয় বা উল্টে যায়—তাহলে সেট ওয়ারিং করবার সমস্যা ভুল সংযোগ হয়ে যাবে। এই চিত্রের সবচেয়ে বেশী

গুরুত্বপূর্ণ অংশ হচ্ছে ৪ পিন ব্যাটারী প্লাগ কারণ এর ৪টি পিনের মধ্যে ২টি ১ই ভোল্ট ফিলামেন্টের দিকে (LT) যুক্ত থাকে আর ২টি পিন থাকে ৯০ ভোল্ট প্লেটের দিকে (HT)। কাজে কাজেই সংযোগ যদি উল্টো হয়, তাহলে ফিলামেন্টের দিকে প্লেটের ৯০ ভোল্ট গিয়ে সবকটি ভ্যালভকে নষ্ট করে দেবে।

সবশেষে আর একবার সমস্ত বেসগুলিকে চিত্রের সাথে মিলিয়ে নিয়ে এর C<sub>৪</sub> ও C<sub>২</sub> ভেরিয়েবল (J.B. Compact Type) কনডেন্সারদ্বয়কে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। এইবার ৩১৭নং চিত্রটি দেখে ওয়ারিং করতে বসুন।

প্রথমেই ৩১৪নং চিত্রকে ৩১৫নং চিত্রের ভ্যালভ বেসগুলির সাথে মিলিয়ে দেখলে দেখতে পাবেন এক্ষেত্রে (৩১৫নং চিত্রের) 'ভ্যালভ বেসের প্রায় সব কটি পিনেতেই তাব সংযোগ করা হয়েছে, অথচ ৩১৪নং চিত্রে যে কয়টি ভ্যালভ অঙ্কন করা হয়েছে তাদের মধ্যে IN5 ভ্যালভের ৩নং পিনে প্লেট, ৪নং পিনে ক্রীন-গ্রিড, ৫ ও ৭ নং পিনে ফিলামেন্ট ও ভ্যালভের Cap-এর সাথে কন্ট্রোল গ্রিড সংযুক্ত। আর IG4 ভ্যালভের ৩নং—প্লেট, ৫নং—কন্ট্রোল গ্রিড ২ ও ৭ ফিলামেন্ট ও 3Q5 এর বেলায় ৩নং—প্লেট, ৪নং—ক্রীন গ্রিড, ৫নং—কন্ট্রোল গ্রিড, এবং ২, ৭ ও ৮নং পিন ফিলামেন্টে সংযুক্ত। কাজে কাজেই এক্ষেত্রে IN5-এর ১, ৫, ৬, ৮, ও IG5-এর ১, ৪, ৬, ৮ এবং 3Q5-এর ১, ৬ প্রভৃতি পিনগুলির সাথে ভ্যালভের আভ্যন্তরীণ কোন সংযোগ না থাকায় ঐগুলিকে সার্কিটের টাই-পয়েন্ট (সংযোগবিন্দু) হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

পূর্বের মেন সেটের বেলায় যেভাবে সার্কিট ওয়ারিং



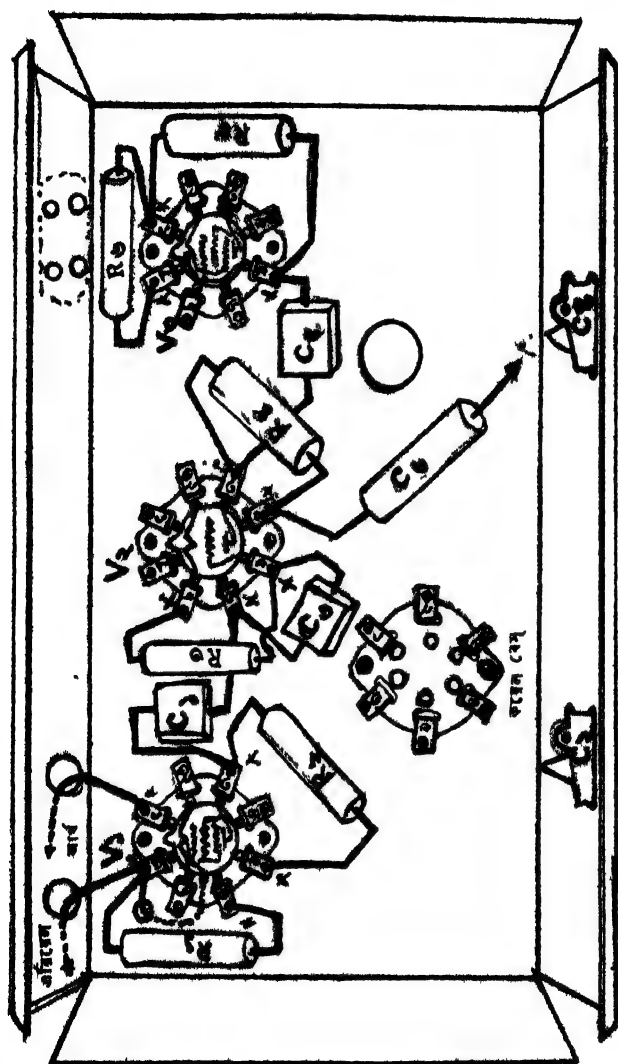
৩১৫ংচিত্র—ব্যাটারী প্রিসিভারের কেবল তারগুলির সংযোগকে এখানে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

করতে বলেছি এক্ষেত্রেও ঠিক সেই ভাবেই ওয়ারিং করতে হবে। মনে রাখবেন চিত্রের যে যে পিনের পাশে ( X ) এই চিহ্ন দেওয়া আছে কেবল সেই সেই স্থানেই সোল্ডার করবেন এবং অগ্রগুণিতে এখনও সংযোগের বাকি আছে জানবেন।

৩১৫নং চিত্রের নির্দেশ অনুযায়ী ওয়ারিং করে যান এবং প্রত্যেকটি সংযোগের পর সার্কিটকে ৩১৪নং চিত্রের সাথে মিলিয়ে দেখুন যে সংযোগগুলি ঠিক আছে কিনা। এইভাবে সমস্ত তারের সংযোগগুলি শেষ হলে, সার্কিটের বাকি রেজিস্ট্যান্স ও কন্ডেন্সারগুলিকে ৩১৬নং চিত্র অনুযায়ী লাগিয়ে সমস্ত সার্কিটকে ৩১৪নং চিত্রের স্কিমটিক সার্কিট এর সাথে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে মিলিয়ে নিন।

**কয়েল নির্মাণ কৌশল :—**কয়েলই হচ্ছে রিয়্যাকশন সেটের প্রধান সমস্যা। পূর্বেই বলেছি রিয়্যাকশন সেটে কয়েল ম্যাচ করতে একটু কষ্ট হয় বটে; কিন্তু উপযুক্ত ভাবে গঠন করতে পারলে এর দ্বারা অনেকগুলি ট্রেশন পাওয়া যায় ৩১৭নং চিত্রে কয়েল জড়ানোর সহজ চিত্র অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন ১৫" ইঞ্চি ব্যাস বিশিষ্ট একটি কয়েল ধরমার-এর ৩০নং \* DCC তারের ৯০ পাক প্রথমে  $L_1$  (টিউনিং কয়েল) হিসাবে জড়িয়ে নিয়ে তার উপর এক টুকরা কাগজের এক পাক (চিত্র অনুযায়ী) ইনসুলেটর হিসাবে এমন ভাবে জড়তে হবে যাতে এই কাগজের উপর জড়ান  $L_2$  কয়েলের (রিয়্যাকশন কয়েলের) মোট ৩০ পাকের ১৫ পাক থাকবে  $L_2$  কয়েলের উপর আর বাকি ১৫ পাক থাকবে কয়েলের

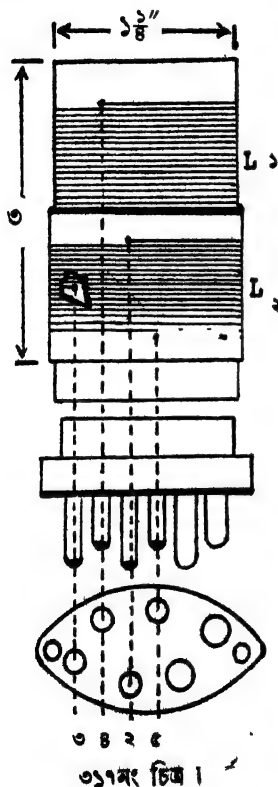
DCC=Double Cotton Cover.



৩৬৬নং চিত্র - ব্যাটারী ব্রিসিভারের বাকি অংশগুলির সংযোগের চিত্র।

( $L_2$  কয়েলের) বাহিরে (চিত্রের মধ্যস্থলে অঙ্কিত কাটা জায়গাটা লক্ষ্য করলেই তা বুঝতে পারা যাবে)।

কয়েল ফরমারটিকে প্রস্তুত করার সবচেয়ে সহজ উপায় হচ্ছে, একটা পুরাতন ৬ পিন যুক্ত খারাপ ভ্যালভ যোগাড়



করে, তার তলাকার বেসকে খুলে নিয়ে ৩১ নং চিত্র অনুযায়ী ফরমারটিকে তার মধ্যে ভালভাবে আঁটকে দিলেই চলবে।

প্রথমে ফরমারের উপর দিক থেকে  $\frac{3}{8}$  ইঞ্চি ছেড়ে দিয়ে একটা ছিদ্র করে নিন; দেখবেন ছিদ্রটি যেন ভ্যালভ বেসটির ঠিক ৩নং পিনের উপর দিকে থাকে। এইবার ঐ ৩০ নম্বর ডবল-কটন-কভার (DCC) তারের মুখের  $\frac{3}{8}$  ইঞ্চি পরিমাপ জায়গা ব্রেড বা চাকু দিয়ে চটে নিয়ে ও ছিদ্র পথে গলিয়ে ৩নং পিনে (৩১নং চিত্র অনুযায়ী) সোজা করে দিন। এইবার ফরমারটিকে বাঁ হাতে ধরে ও ডান হাতে তারটিকে রেখে গুণে গুণে মোট ৯০টি পাক যেখানে শেষ হবে সেখানে

একটা ছিদ্র করে নিয়ে ও ছিদ্র পথে গলিয়ে ৪নং পিনে সোজা করে দিন (দেখবেন ছিদ্রটি যেন পূর্বের ছিদ্রের ঠিক নিচে হয়)

এইবার এক টুকরা কাগজ  $L_2$  কয়েলের প্রান্তে (৩১৭ চিত্র অনুযায়ী এই কয়েলের নীচের দিকে) এক পাক এমন ভাবে জড়ান যেন কাগজের অর্ধেকটা থাকে কয়েলের উপর ও বাকি অর্ধেক থাকে কয়েলের নীচের দিকে। পুনরায়  $L_2$  কয়েলকে চিত্র অনুযায়ী ছিঁড় পথে গলিয়ে ও ২নং পিনে সোল্ডার করে দিয়ে পূর্বের জড়ান কয়েলের একই দিকে জড়াতে থাকুন। যেখানে ৩০ পাক শেষ হবে সেখানে আর একটি ছিঁড় করে নিয়ে ও ছিঁড় পথে গলিয়ে ৫নং পিনে সোল্ডার করে দিন। এই হলো কয়েল (ব্যাটারীর জন্ত) নির্মাণের মোটামুটি বিবরণ।

এখানে আর একটি কথা বলে রাখি, মেন সেটের জন্ত যে কয়েল (৩১৩নং চিত্রে অঙ্কিত) নির্মাণ করেছি তার সঙ্গে এই কয়েলের ফরমার আকৃতি ও পাক সংখ্যার পার্থক্য থাকলেও বিশেষভাবে লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন উভয় ক্ষেত্রেই কয়েল বেসের পিন নম্বর একই আছে অর্থাৎ পূর্বের টিউনিং কয়েল ও রি-য়্যাকশান কয়েলের জন্ত যে যে পিন নম্বর ব্যবহার করা হয়েছিল এক্ষেত্রেও সেই পিনদ্বয়কেই ব্যবহার করা হয়েছে। কাজে কাজেই পরীক্ষামূলক ভাবে পূর্বের কয়েলকে এখানে ব্যবহার করেও দেখতে পারেন। তাতে কয়েলের আকৃতি, তারের পাক ও গেজের পার্থক্যের ফলে সেইটির বিভিন্ন কার্যকারিতার পার্থক্য উপলব্ধি করতে পারবেন।



## উনবিংশ অধ্যায়



### কয়েকটি প্রয়োজনীয় সার্কিট

এ পর্যন্ত রেডিও টেকনিকের যে যে তথ্য নিয়ে আলোচনা করেছি কেবল মাত্র সেই সব প্রাথমিক তথ্যগুলির উপর ভিত্তি করেই কয়েকটি সহজ ও সরল অথচ বহুল পরীক্ষিত রেডিও সেট ও এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটকেই এই অধ্যায়ে সন্নিবেশিত করা হয়েছে। এদের সব কয়টিই আমার পরীক্ষিত। কাজে কাজেই ব্যবহারিক দিক দিয়ে আমার অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে একথা নিশ্চিত ভাবে বলতে পারি যে চিত্রের নির্দেশ অনুযায়ী ঠিক ঠিক ভাবে গঠন করতে পারলে এথেকে খুব ভাল ফলই পাবেন।

### এ-সি/ডি-সি লোক্যাল সেট

এখানে যে সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে, সেটা হচ্ছে একটি তিন-ভ্যালভ সেট। লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন পূর্বের (৪২৮ পৃষ্ঠায়) যে তিন-ভ্যালভ লোক্যাল সেটের সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে তার থেকে এই সার্কিটের বিশেষ কিছু পার্থক্য নাই; তবে এখানে যে ভ্যালভগুলি ব্যবহার করা হয়েছে সেগুলি 12'6 ভোল্ট ও আমেরিকান 15 amp সিরিজের ভ্যালভ। এক্ষেত্রে 12SJ7 ভ্যালভটিকে ডিটেক্টর, 50L6 কে পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার ও 35Z5 ভ্যালভকে হাক-ওয়েভ রেকটিকায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। তবে 12SJ7 এর বদলে 12J7 এবং 50L6 এর বদলে 35L6 কেও ব্যবহার করা চলে।

সার্কিটে ব্যবহৃত সব কয়টি পার্টসের পরিমাণকে পাশে লিখে দেওয়া আছে সেগুলিকে পূর্বের বর্ণনা অনুযায়ী সোল্ডার করে নিলেই চলবে।

সেটটি চালু আছে কিনা দেখবার জন্য একটি 15 amp কারেন্টের ডায়াল ল্যাম্পকে ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্সের শেষের দিক থেকে (যে দিকে টিউবের ফিলামেন্ট যুক্ত) ৫০ ওমস্ শার্ট হিসাবে লাগান আছে। ফলে, ল্যাম্পটি অল্প ভাবে জ্বলবে, প্রয়োজন হলে শার্টের পরিমাণ কমিয়ে বা বাড়িয়ে এর আলোকে কম বেশী করা চলে। ফিটার সার্কিটে LF চোকের বদলে ১০ কিলো (১০,০০০ ওমস্) ৫ ওয়াটের একটি রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে।

চেসিসকে আর্থ করতে হলে প্রথমে চেসিসে হাত লাগিয়ে দেখে নেবেন চেসিস সর্ট আছে কিনা, যদি না থাকে তাহলে আর্থ কনেকশনের তারকে সোজানুজি চেসিসে লাগিয়ে দেবেন। আর যদি দেখেন সর্ট আছে তাহলে একটা .01 কন্ডেন্সার চেসিস ও আর্থের সাথে সিরিজে লাগাবেন। কেননা অনেক সময় দেখা যায় বাড়ীর সাপ্লাই লাইনের ভোল্টেজ নেগেটিভ এ্যালাইভ থাকে, ফলে চেসিসে সর্ট দেয়। এইরূপ অবস্থায় যদি আর্থের তারকে (ভূমি সংযোগ) সোজানুজি চেসিসে লাগান হয় তাহলে মেন ফিউস (fuse) হয়ে যায়। তবে সাধারণতঃ দেখা যায়, সাপ্লাই লাইনের একদিক মাটিতে যুক্ত থাকে বলে (আর্থ করা থাকে বলে) সেটের জন্য কোন আলাদা আর্থ পয়েন্টের দরকার হয় না।

**কয়েল :**—বাজারে যে স্ট্যান্ডার্ড টাইপ প্যাকসোলিন কয়েল করমার পাওয়া যায় তারই একটা ১৫" ইঞ্চি ব্যাসের করমার জোগাড় করে নিয়ে প্রথমে করমারের একদিকে ঠিক সমান ভাগে ছটা পোষ্ট তৈরী করুন কারণ এগুলিতেই কয়েলের প্রথম ও শেষ মাথাগুলি যুক্ত হবে। এইবার ৩৬নং এনামেল করা তারের ৫৫ পাকের একটি গ্রিড-কয়েল ( $L_2$ ) জড়িয়ে নিন, মনে রাখবেন প্রত্যেকটি কয়েলের শেষের ও আগের মুখ দুটিকে ব্রেড বা চাকু দিয়ে ভাল করে চেঁচে নিয়ে তবে মোন্ডার করতে হবে।

পুনরায় ঐ গ্রিড-কয়েলের উপর এক টুকরা কাগজ এক পাক জড়িয়ে ঐ একই তারের একই দিকে ১৫ পাকের রি-রিয়াকশন কয়েল ( $L_3$ ) জড়ান। এবারে ঐ গ্রিড কয়েলের ১৫" ইঞ্চি নীচে ঐ একই তার দিয়ে মোট ২৫ পাক একই দিকে ও একই ভাবে জড়িয়ে নিন। এটা হলো এরিয়াল কয়েল ( $L_4$ ) এক্ষেত্রে করমারের ঐ ছটি পোষ্টেই, এই তিনটি কয়েলের মোট ছটি মাথা লাগাতে হবে।

এইবার কয়েল করমারটিকে চেসিসে কোথাও সুবিধা মত ফিট করে নিয়ে সার্কিট দেখে তার সংযোগ করে যান। চেসিসের মাপ দাঁষ্টে আমার কিছুই বলবার নাই, কারণ যিনি তৈয়ারী করেন তার সুবিধামত চেসিসের মাপ, লাইড-স্পিকার ও L.T., রেজিষ্টারটিকে বসাবার জায়গা ইত্যাদি ঠিক করে নেবেন। তবে আমি ২৭৭নং চিত্রে চেসিসের যে মাপ দিয়েছি সেটিকেও ব্যবহার করতে পারেন।

## একটি এসি/ডিসি এ্যামপ্লিফায়ার

লোক্যাল সেটের চেয়ে এ্যামপ্লিফায়ার যন্ত্র তৈরী করা অত্যন্ত সহজ। ৩১৯নং চিত্রে আমি যে এ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করেছি কম শক্তির হলেও—সাধারণ কোন সামাজিক অস্থানে আসর জমাবার পক্ষে যথেষ্ট। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন ৩১৮নং চিত্রে লোক্যাল সেটের জন্ম যে সার্কিট অঙ্কন করেছি তাকেই এখানে ব্যবহার করেছি। তবে, পার্থক্যের মধ্যে এই যে পূর্বের (৩১৮নং চিত্রে) 12SJ7 ভ্যালভকে শার্ট-গ্রিড লিক ডিটেক্টর হিসাবে ব্যবহার করার জন্ম ক্যাথোডকে সোজাসুজি আর্থ করা হয়েছিল কিন্তু এক্ষেত্রে (৩১৯নং চিত্রে) 12SJ7 ভ্যালভকে ভোল্টেজ এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর পূর্বের পাওয়ার ভ্যালভের (50L6) গ্রিড সার্কিটে একটি .5 meg কিঞ্জড্ রেজিষ্ট্যান্স লাগান হয়েছিল। কিন্তু এ ক্ষেত্রে তাকে .5 meg ভল্যুম কন্ট্রোল (সুইচ সহ) হিসাবে একটি পোটেনশিওমিটার ব্যবহার করা হয়েছে।

এই যন্ত্রটির সাহায্যে কেবল মাত্র পিক-আপ দিয়ে গ্র্যামোফোন থেকে রেকর্ড বাজান চলে। তবে ৩১০নং চিত্রে ঐ একই সার্কিট দিয়ে যে যন্ত্রটির ব্যবস্থা করা হয়েছে সেটিতে মাইক ও পিক-আপ উভয়েরই কাজ চালান যায়। এক্ষেত্রে দুটিকে স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণ করবার জন্ম আলাদা আলাদাভাবে দুটিকে .5 meg পোটেনশিওমিটারের সাহায্য

নেওয়া হয়েছে। তবে দরকার হলে দুটিকে একই সাথে কাজে লাগান চলে।

এর গঠনগত ব্যাপারে বিশেষ কিছুই বলবার নাই কারণ পূর্বের আলোচনাগুলি মেনে চলতেই হবে। আর সার্কিটের বর্ণনা তো পূর্বেই দিয়েছি তবে আর একটি বিষয় বিশেষ ভাবে লক্ষ্য রাখবেন—চেসিসের উপরকার পাওয়ার, আউট-পুট ট্রান্সফরমার ও মেন লাইনের তার প্রভৃতি অংশগুলি যেন 12SJ7 ভ্যালভের দিকে না এসে পরে বা চেসিসের ভিতরকার ফিলামেন্টের তারগুলি কাপলিং কনডেন্সার কিংবা গ্রিড-লিক-এর সাথে প্যারায়াল না থাকে। তাহলে হাম দেবে।

## একটি ইন্টারকম্ ইউনিট

( Intercom Unit )

পূর্বেই বলেছিলাম যে একই ভ্যালভ ব্যবহার করে ও প্রায় একই সার্কিট দিয়ে কয়েকটি সহজ অথচ বহুল পরীক্ষিত সেটের বর্ণনা করবো। তাই প্রথমে 12SJ7, 50L6 ও 35Z5 ভ্যালভ দিয়ে একটি এমিডিসি লোক্যাল সেটের বর্ণনা দিয়েছি এবং ঐ একই ভ্যালভ ও প্রায় ঐ একই সার্কিট যুক্ত ছুটি এ্যামপ্লিফায়ার সেটের বর্ণনা করেছি। পুনরায় দেখা যাক ঐ 'একই ভ্যালভ ও সার্কিট দিয়ে কি ভাবে একটি এমি/ডিসি "ইন্টারকম ইউনিট" বা সেট তৈয়ারী করা যায়।

কমিউনিকেশন বলতে 'আমরা বার্তার আদান প্রদানকে বুঝি, কোন হোটেল, থিয়েটার, মিল প্রভৃতি বড় বড় ব্যবসায়ী প্রতিষ্ঠানের এক ঘর থেকে আর এক ঘরে বার্তার

আদান প্রদানকে বলে ইন্টার-অফিস-কমিউনিকেশন আর যে যন্ত্রের সাহায্যে এই আভ্যন্তরীণ বার্তাকে এক স্থান থেকে দূরবর্তী স্থানে পাঠান হয় তাকেই বলে আন্তর্বিবার্তাবহ যন্ত্র বা ইন্টার কমিউনিকেশন যন্ত্র : সংক্ষেপে ইন্টারকম যন্ত্র বা ইন্টারকম ইউনিট।

সাধারণতঃ এইরূপ যন্ত্র হিসাবে আমরা টেলিফোন যন্ত্রকেই জানি। কিন্তু আর এক প্রকারের যন্ত্র আছে যার সার্কিট ব্যবস্থা একটা সাধারণ H-F এ্যামপ্লিফায়ারের দ্বারা হয়ে থাকে। এইরূপ এ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অফিসের যে কোন একটি টেবিলে বসে দূরবর্তী কোন টেবিলের বা অল্প একঘরের লোককে টেলিফোনের কাছে ডাকা অথবা ড্রাইভারকে গাড়ীর জন্ত নির্দেশ দেওয়া। কিংবা কারখানা ঘরের কোন একটি মেসিনম্যানকে কাজের কথা জিজ্ঞাসা করা চলে।

শুধু বার্তাপ্রেরণই এই যন্ত্রের বিশেষত্ব নয়, বার্তাপ্রেরক ইচ্ছা করলে একটি সুইচকে টিপে দূরবর্তী স্টেশনের বা \* (remote station) রিমোট স্টেশন-এর এ ব্যক্তিটির কথাও শুনতে সক্ষম হবেন। কারণ এই যন্ত্রের দুদিকে ( ইন পুটে ও আউট-পুটে ) দুটি ছোট স্পিকার সংযুক্ত এবং প্রত্যেকটি স্পিকারই শব্দ গ্রহণ ও শব্দ পরিবেশন এই দুটো কাজই এক সঙ্গে করে, ফলে উভয় দিক থেকেই জোর আওয়াজে কথাবার্তা চালান যায়। তবে শব্দ গ্রহণের কাজটা কেবল মাস্টার স্টেশন ( + master station.) থেকেই সম্ভব।

\* দূরবর্তী যে স্থানগুলিতে স্পীকারগুলিকে রাখা হয় তাকে বলে রিমোট স্টেশন (Remote Station)।

+ যে স্থানে এ্যামপ্লিফায়ার যন্ত্রটি বসান থাকে তাকে বলা হয় মাস্টার স্টেশন ( Master Station)।

৩১১নং চিত্রটিকে লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন পূর্বের  
 ছায় এখানেও 12SJ7 পেটোড ভ্যালভটিকে ভোল্টেজ  
 এ্যামপ্লিফায়ার 50L6-কে পাওয়ার আউট-পুট হিসাবে  
 ব্যবহার করা হয়েছে অর্থাৎ ৩১৯নং চিত্রে অঙ্কিত এসি-ডিসি  
 এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে যে সার্কিটকে ব্যবহার করা হয়েছিল  
 এখানেও ঠিক সেই সার্কিটকেই ব্যবহার করা হয়েছে।  
 পার্থক্যের মধ্যে রেজিষ্ট্যান্স কনডেন্সার প্রভৃতি পার্টগুলিকে  
 আর্থ করার জন্য সোজাসুজি চেসিসকে কমন আর্থ হিসাবে  
 ব্যবহার করা হয় নাই, সমস্ত সংযোগগুলিকে মাত্র একটি  
 $1 \mu fd$  কনডেন্সারের সাহায্যে চেসিসে সোল্ডার করা হয়েছে।  
 কেন এরূপ ব্যবস্থা করা হলো, সে কথা কিছু পরেই জানতে  
 পারবেন।

চিত্রে অঙ্কিত  $T_1$  ট্রান্সফরমারটি একটি হাই-ইম্পিডেন্স  
 প্রাইমারীর (সাধারণতঃ ৮০০০ ওমস্ বা  $3Q5$  ম্যাচিং)  
 একটা সাধারণ আউট-পুট ট্রান্সফরমার হওয়া চাই। আর  
 $T_2$  ট্রান্সফরমার হচ্ছে 50L6-এর (৩০০০ ওমস্) আউট-পুট  
 ট্রান্সফরমার।  $T_1$  ও  $T_2$  উভয়-ট্রান্সফরমারেরই লো-ইম্পি  
 ডেন্স (৩৬ ওমস্) সেকেন্ডারীর একদিক চেসিসে (কমন টার্মিনাল  
 হিসাবে) ও অন্যদিক ডবল-পোল-ডবল-থ্রু সুইচের (সু-১)  
 মধ্য পোল দুটিতে যুক্ত হবে এই সুইচটি মাষ্টার ইউনিটের  
 গায়ে লাগান থাকে বলে বার্তাপ্রেরক সুইচটিকে একবার  
 “উ” চিহ্নিত (চিত্রে অঙ্কিত) স্থানে রেখে কথা বলেন  
 আবার পর মুহূর্তে সুইচটিকে উল্টে অর্থাৎ “দ” চিহ্নিত  
 স্থানে রেখে কথা শোনেন। তাই এই সুইচটির নাম  
 দেওয়া হয়েছে “শোন বল” (Listen-Talk) সুইচ।  
 চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন সুইচটি যখন “দ”





অবস্থানে থাকে তখন মাষ্টার স্পিকারটি গ্র্যাম্ফোনকারের আউট-পুটে অর্থাৎ  $T_2$  ট্রান্সফরমারে এবং রিমোট স্টেশনের স্পিকারটি ইন-পুটে অর্থাৎ  $T_3$  ট্রান্সফরমারে যুক্ত হয়। ফলে, রিমোট স্টেশন থেকে অডিও কারেন্ট প্রথমে ইন-পুটে ও পরে আউট-পুট হয়ে মাষ্টার স্পিকারে আসে। কিন্তু সুইচ যখন “উ” অবস্থানে থাকে তখন ঠিক উল্টো অর্থাৎ মাষ্টার স্পিকারটি ইন-পুটে ও রিমোট স্পিকারটি আউট পুটে যুক্ত হওয়ার ফলে মাষ্টার স্পিকারে অডিও কারেন্ট রিমোট স্পিকারের দিকে যাবে।

সু-২ সুইচের সাহায্যে দেখান হয়েছে যে, যেখানে রিমোট স্টেশন একাধিক হবে সেখানে বার্তাপ্রেরক সু-২ সুইচটিকে ঘুরিয়ে তার প্রয়োজনীয় স্টেশনের সাথে সংযোগ সাধন করতে পারবেন। তাই রিমোট স্টেশনের সংখ্যা অনুযায়ী এই সুইচটির ব্যবস্থা করতে হবে। প্রত্যেকটি রিমোট স্টেশন থেকেই দুটি করে তার এসে মাষ্টার ইউনিটে যুক্ত হবে। তার দুইটির একটির ঐ সিলেক্টর সুইচে (সু-২) ও অন্য তারটি কমন তার হিসাবে চেসিসের সাথে যুক্ত হবে। এক্ষেত্রে আমি চেসিসকে কমন নেগেটিভ হিসাবে ব্যবহার করার জন্য অন্যান্য পার্টসগুলিকে সোজাসুজি চেসিসের গায়ে আর্থ না করে একটি  $1 \mu fd$  কনডেন্সারের মারফৎ আর্থ করেছি। অনেক সময় দেখা যায় লো-ইম্পিডেন্সের লাইনগুলি অর্থাৎ এক্ষেত্রে ইন-পুট ও আউট-পুট ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী-দ্বয়ের দুটি লাইন এবং মাষ্টার স্পিকারের একটি লাইন (কমন লাইন) ও রিমোট-স্পিকারের একটি লাইন (কমন লাইন) প্রভৃতি এক সঙ্গে যুক্ত করে চেসিসের গায়ে সোল্ডার করা হয়। এরূপ ক্ষেত্রে যদি ট্রান্সফরমারের হাই-ইম্পিডেন্স,









